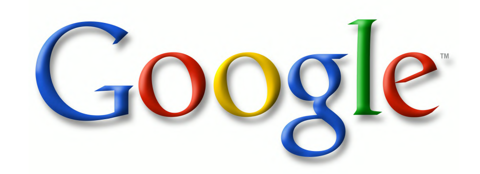
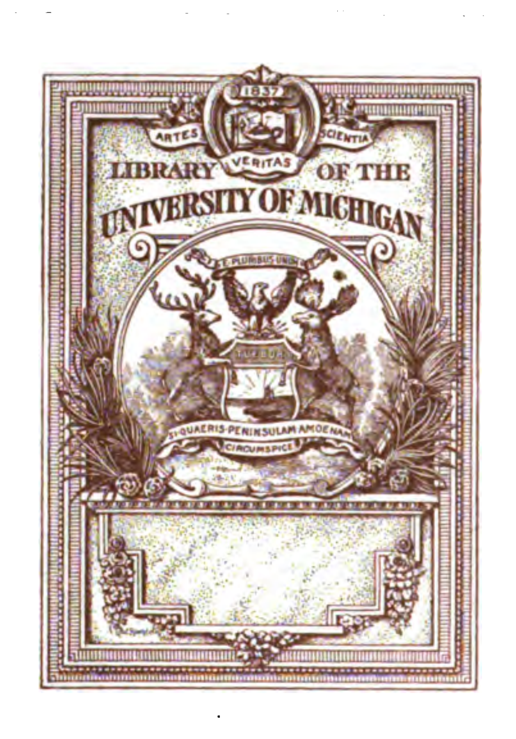
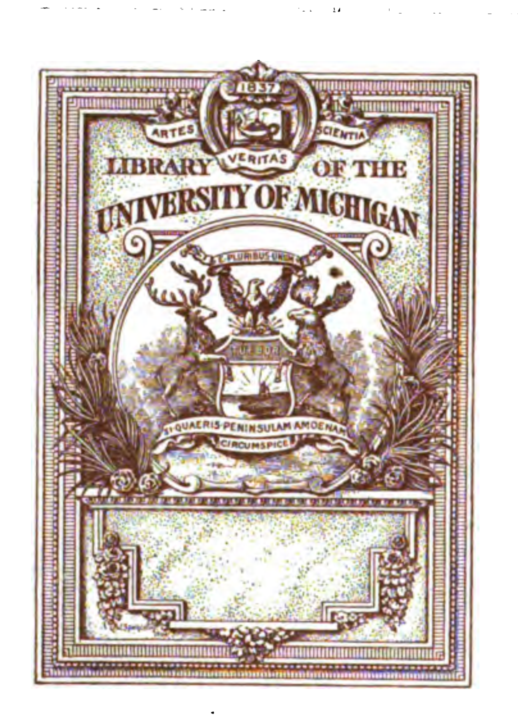





1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Verhandlungen

der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft

im Jahre 1901.

Dritter Jahrgang.

Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben

von

Arthur König.



Leipzig, 1901.
Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhaltsverzeichnis.*)

*) An den durch die fettgedruckten Seitenzahlen bezeichneten Stellen finden sich ausführlichere Mitteilungen über den betreffenden Gegenstand.

Jahrg. 3. Nr. 1.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 1. Februar 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Der Vorsitzende legt vor Eintritt in die Tagesordnung eine dem Andenken des verstorbenen Gesellschaftsmitgliedes Prof. Dr. R. Hoppe gewidmete Gedenkschrift vor, welche die Neffen des Verstorbenen der Gesellschaft übermittelt haben, und verliest dann folgenden Brief, der bei Gelegenheit der Uebersendung des Rapports über den vorjährigen Pariser internationalen Physikercongress eingelaufen ist.

Sèvres, le 2 janvier 1901.

Monsieur le Président et très honoré Collègue!

Je suis heureux de vous faire adresser, de la part de la Commission du Congrès et de la Société française de Physique, un exemplaire des Rapports présentés au Congrès international de Physique, et vous prie de vouloir bien en accepter l'hommage pour la belle société que vous présidez.

La Commission d'organisation du Congrès tient à vous exprimer toute sa reconnaissance pour le bienveillant intérêt que vous avez témoigné à son œuvre, en acceptant de représenter, dans nos assemblées, la Société de physique allemande en compagnie des savants distingués qui tous ont pris une part active à la préparation du Congrès par la rédaction de Rapports d'une très haute valeur, qui, avec la part si active que vous et vos Collègues avez prise au Congrès lui-même, resteront un signe durable de la grande cordialité des relations entre nos deux Sociétés, qui, nous osons l'espérer, deviendront de

plus en plus fréquentes et de plus en plus suivies pour le plus grand bien de la Science que nous cultivons.

Je suis heureux d'être l'interprête des sentiments de notre Commission en vous faisant part de la haute estime qu'elle professe pour votre personne, et vous prie d'agréer, Monsieur le Président et très honoré Collègue, l'expression de nos sentiments et haute considération et de bonne confraternité.

Pour la Commission du Congrès,
L'un des Sécrétaires généraux,

CH. ED. GUILLAUME.

Monsieur le Professeur E. WARBURG,
Président de la Société de physique allemande,

Berlin.

Hr. E. WARBURG berichtet über eine Abhandlung des Hrn. **L. Lownds:**

Zur Kenntnis des thermomagnetischen Longitudinaleffectes im Wismut

und spricht im Anschluss daran in längerer Ausführung über die Theorie dieser Erscheinungen.

Hr. **A. Miethe** demonstrirt dann

Versuche mit radioactiver Substanz.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Prof. Dr. A. MIETHE in Charlottenburg.

Hr. Dr. DRECKER in Aachen, Lousbergstrasse 26.

Hr. Prof. Dr. K. VON DER MÜHLL in Basel, Universität.

Zur Kenntnis des thermomagnetischen Longitudinaleffectes im Wismut; von L. Lownds.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 1. Februar 1901.)

(Vgl. oben S. 2.)

Ein aus verschiedenen Metallen zusammengesetzter geschlossener Kreis bestehe zum Teil aus Wismut. Der letztere Teil werde von einem Wärmestrom einer Richtung durchflossen und befinde sich in einem magnetischen Feld, dessen Kraftlinien senkrecht zum Wärmestrom gerichtet sind. Dann hängt die elektromotorische Kraft des Kreises von der Stärke des Magnetfeldes ab.

Dies ist der von v. Ettingshausen und Nernst[1]) im Jahre 1886 entdeckte thermomagnetische Longitudinaleffect. Derselbe ist mehrfach als eine Aenderung der thermoelektrischen Kraft aufgefasst worden. Um die Zulässigkeit dieser Auffassung zu prüfen, machte ich folgenden Versuch.

Ein 35 cm langer, 1 mm dicker, verticaler Draht *AB* aus elektrolytischem Wismut wurde mit einem ihm nahen, parallelen Kupferdraht *AC* zu einem Thermoelement verbunden. Bei *B* und *C* waren Kupferdrähte angelötet. Die Lötstelle *A* befand sich in einem Magnetfeld mit horizontalen Kraftlinien und die beiden Drähte *AB* und *AC* von *A* bis zu einem 25 cm entfernten Punkt in einem Bade constanter Temperatur (schmelzendes Eis, Kohlensäureschnee-Aether, flüssige Luft), sodass ein Temperaturgefälle im Magnetfeld nicht stattfand. Die Lötstellen *B* und *C* wurden auch auf constanter Temperatur (Zimmertemperatur oder 0°) gehalten.

Unter diesen Umständen konnte ein Einfluss des Magnetfeldes (4500—8100 C.G.S.) auf die elektromotorische Kraft des Elementes nicht bemerkt werden.

Legt man die bekannte Theorie des Thermoelementes von Lord Kelvin zu Grunde, so folgt hieraus, dass das Feld den Peltiereffect, daher nach jener Theorie auch den Thomsoneffect

---

1) A. v. Ettingshausen u. W. Nernst, Wied. Ann. 29. p. 343. 1886.

nicht beeinflusst, also die thermoelektrischen Constanten des Wismuts ungeändert lässt. DEFREGGER[1]) hat durch folgendes Experiment nachzuweisen gesucht, dass der thermomagnetische Longitudinaleffect auf eine Aenderung der thermoelektrischen Constanten des Wismuts zurückzuführen sei. Eine Wismutplatte *BCDE* (Fig. 1) war mit zwei Fortsätzen aus Wismut *BA* und *EF* versehen. *BC* wurde auf 100°, *ED* auf Zimmertemperatur gehalten, sodass ein Wärmestrom in der Richtung des Pfeiles durch die Platte floss. Bei *A* und *F*, sowie bei *B* und *E* waren Kupferdrähte angelötet. Die magnetischen Kraftlinien gingen senkrecht zur Platte. Wurden nun die Lötstellen *A* und *F* auf Zimmertemperatur gehalten, sodass zwischen *A* und *F* ohne Feld eine elektromotorische Kraft nicht bestand, so wurde auch durch das Feld eine solche nicht erregt, während die elektromotorische Kraft zwischen den Kupferdrähten bei *B* und *E* durch das Feld eine erhebliche Aenderung erfuhr. Aus dem Ausbleiben der Feldwirkung im ersten Fall schliesst der Verfasser, dass die Feldwirkung im zweiten Fall auf die Lötstellen Kupfer–Wismut bei *B* und *E* ausgeübt wurde.

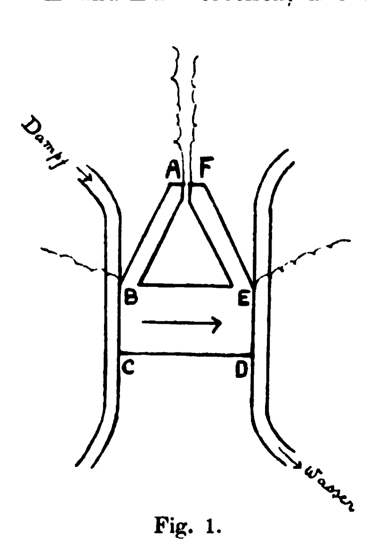


Fig. 1.

Hierbei ist aber in Betracht zu ziehen, dass im ersten Fall bei der Wismutableitung auch in *BA* ein Wärmestrom bestand, und dass sofern auch *BA* sich im Magnetfeld befand, infolge hiervon auch in *BA* ein Longitudinaleffect auftrat, welcher dem in *BE* erregten entgegenwirkte und, falls das Magnetfeld in *BA* ebenso stark als in *BE* war, diesem an Grösse gleich war, da nach NERNST[2]) der Effect zwischen zwei Stellen nur von deren Temperaturdifferenz, nicht aber von der Gestalt des Wismuts zwischen diesen Stellen ab-

1) R. DEFREGGER, Wied. Ann. **63.** p. 97. 1897.
2) W. NERNST, Wied. Ann. **31.** p. 760. 1887.

hängt. Die Longitudinaleffecte in BE und BA mussten sich also, wie beobachtet wurde, aufheben.

NERNST[1]) fand, wie schon erwähnt, die elektromotorische Kraft p des von einem bestimmten Felde erregten Longitudinaleffectes zwischen zwei Stellen 1 und 2 nur abhängig von den Temperaturen t_1 und t_2 dieser Stellen, dagegen unabhängig von der Gestalt des Wismuts zwischen 1 und 2. Setzt man somit nach NERNST

$$p = (t_2 - t_1)n$$

so hängt n von der Feldstärke $\mathfrak{H}$ und der mittleren Temperatur $\frac{1}{2}(t_1 + t_2)$ ab. Bei den bisherigen diesbezüglichen Versuchen wurde die Temperatur nur innerhalb sehr enger Grenzen variirt. Ich habe n als Function der Feldstärke für Mitteltemperaturen zwischen ungefähr $+70^0$ und Temperaturen, wie sie durch Anwendung flüssiger Luft erreicht werden können, bestimmt. Die Versuche wurden zum Teil mit dem elektrolytischen Wismutdraht von HARTMANN und BRAUN, zum Teil mit der Platte aus elektrolytischem Wismut, welche Hr. YAMAGUCHI[2]) im hiesigen Institut hergestellt hat, ausgeführt. Das Temperaturgefälle wurde in ähnlicher Weise wie bei den Versuchen von YAMAGUCHI hervorgebracht. Fig. 2 enthält die graphische Darstellung der Ergebnisse. Die ausgezogenen Linien beziehen sich auf den Draht, die gestrichelten auf die Platte. Beide Versuchsreihen stimmen so gut überein, als erwartet werden kann, zeigen jedenfalls durchaus ähnlichen Verlauf. Man bemerkt, dass der Longitudinaleffect bei -112^0 bei einer Feldstärke von 2450 C.G.S. ein Maximum erreicht; dass er bei einer gewissen hier nicht erreichten Feldstärke negativ werden würde, geht aus dem Verhalten der Platte bei -135^0 mit Evidenz hervor. Der Verlauf der auf die höheren Temperaturen bezüglichen Curven legt die Vermutung sehr nahe, dass auch hier Maximum und Zeichenwechsel beobachtet worden wären, wenn man zu hinreichend starken Feldern hätte vordringen können, und dass die entsprechenden Feldstärken um so höher hinauf rücken, je höher die Temperatur. Ganz anders als der thermomagnetische Longitudinaleffect verhält sich in dieser Be-

1) W. NERNST, l. c.
2) E. YAMAGUCHI, Ann. d. Phys. 1. p. 214. 1900.

ziehung der thermomagnetische Transversaleffect, welcher von YAMAGUCHI sowohl mit sinkender Temperatur als auch mit steigender Feldstärke stets wachsend gefunden wurde. VAN EVER-

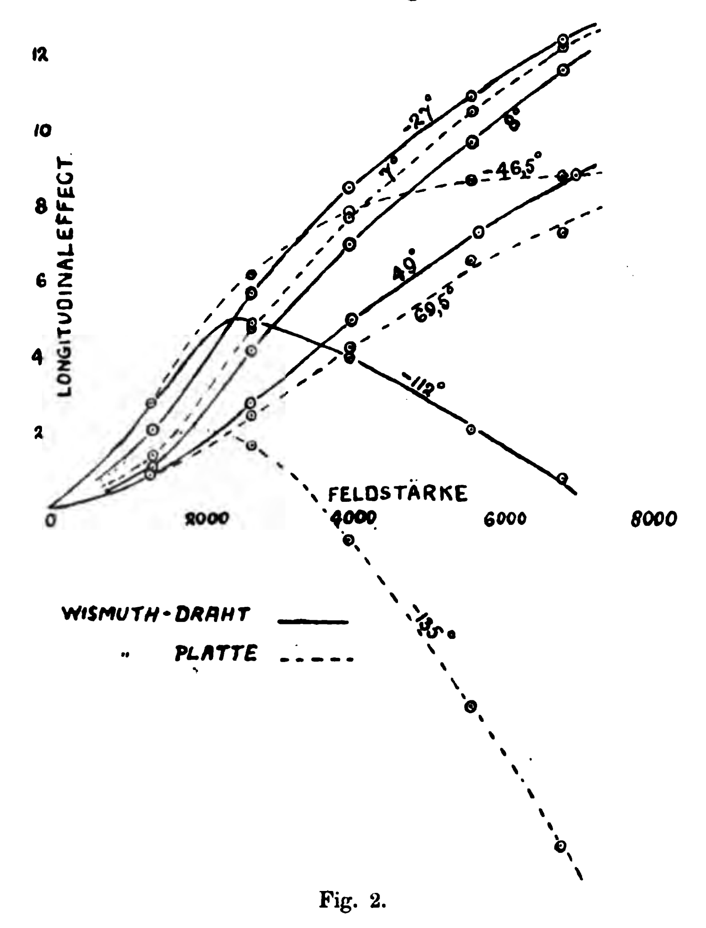


Fig. 2.

DINGEN[1]) hat zwischen Zimmertemperatur und 100 ° den Longitudinaleffect als Function der Feldstärke $\mathfrak{H}$ durch den Ausdruck $C_2 \mathfrak{H}^2/1 + C_1 \sqrt{\mathfrak{H}^2}$ darstellen können; ein Ausdruck, der nach dem Vorstehenden bei tieferen Temperaturen nicht mehr zutrifft.

1) A. v. EVERDINGEN, Leiden Commun. 48. p. 4. 1899.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. **Nr. 2.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 15. Februar 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

In der Angelegenheit der im Juni vorigen Jahres beschlossenen Umwandlung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in einen Eingetragenen Verein hat das zuständige Amtsgericht gegen die Fassung der eingereichten Satzungen der Gesellschaft einige Bedenken geltend gemacht. Nach Verständigung mit dem Rechtsbeistand der Gesellschaft legt daher der Vorstand einige Anträge auf Aenderung der Satzungen vor, welche zur Beseitigung jener Bedenken geeignet erscheinen.

Unter Zufügung kleiner Amendements werden diese Anträge in folgender Fassung in erster Abstimmung angenommen:

§ 7 wird gestrichen.
§ 8 erhält die Bezeichnung § 7.
§ 9 erhält die Bezeichnung § 8.
§ 10 erhält die Bezeichnung § 9. Ferner wird in diesem Paragraph der Satz: „Die Sitzungstage werden zu Beginn jedes Jahres sämtlichen Mitgliedern bekannt gegeben" gestrichen. Ausserdem erhält der Paragraph folgenden Zusatz: „Ausser den regelmässigen Sitzungen kann der Vorstand jederzeit eine ausserordentliche Mitgliederversammlung einberufen, wenn er es im Interesse der Gesellschaft für erforderlich oder erspriesslich erachtet; er ist hierzu verpflichtet, wenn eine Anzahl von mindestens 20 Mitgliedern unter Angabe der Gründe und der zu beratenden Gegenstände darauf anträgt, und zwar innerhalb zwei Wochen nach dem Eingang des Antrages."

§ 10 lautet folgendermaassen: „Die Einladung zu den regelmässigen Sitzungen erfolgt durch ein zu Beginn jedes Kalenderjahres allen Mitgliedern übersandtes Verzeichnis der für das Jahr vom Vorstand festgestellten Sitzungstage. Den Berliner Mitgliedern wird die Tagesordnung einer jeden Sitzung auf besonderen Einladungskarten bekannt gegeben. Zu einer ausserordentlichen Versammlung werden alle Mitglieder der Gesellschaft durch Briefe eingeladen."

§ 15 erhält folgende Fassung: „Die Gesellschaft wird durch den Vorstand vertreten, welcher die Stellung eines gesetzlichen Vertreters hat. Derselbe besteht aus 16 Personen, nämlich:

a) Dem Vorsitzenden und vier stellvertretenden Vorsitzenden. Ist ein auswärtiges Mitglied zum Vorsitzenden gewählt, so muss ein Berliner stellvertretender Vorsitzender zum geschäftsführenden Vorsitzenden gewählt werden. Zwischen beiden werden die Geschäfte in angemessener Weise verteilt.
b) Dem Rechnungsführer und zwei Revisoren.
c) Dem Schriftführer und zwei stellvertretenden Schriftführern.
d) Dem Bibliothekar und einem stellvertretenden Bibliothekar.
e) Dem Redacteur der Verhandlungen.
f) Den beiden Redacteuren der Jahresberichte über die Fortschritte der Physik.

Als Vertreter des Vorstandes zeichnen bei allen schriftlichen Verträgen und Rechtsgeschäften der Vorsitzende und der Rechnungsführer gemeinsam."

In § 17 wird das Wort: „März" abgeändert in „Mai".

In § 27 wird hinter dem Satz: „Der Schriftführer führt das Protocoll in den Sitzungen" der folgende Satz eingeschaltet: „Das Protocoll ist zu vollziehen durch den Vorsitzenden der Versammlung und durch den Schriftführer bez. dessen Stellvertreter."

In § 29 wird das Wort „März" abgeändert in „Mai"

§ 34 erhält folgende Fassung: „Die in den vorstehenden Satzungen enthaltenen Bestimmungen treten mit dem 1. März 1901 in Kraft, an Stelle der Satzungen vom 6. Januar 1899."

Uebergangsbestimmung.

Der bisherige Vorstand und der bisherige wissenschaftliche Ausschuss bleiben im Amt bis zur Neuwahl im Mai 1901.

Der Termin für die nunmehr noch erforderliche zweite, schriftliche Abstimmung wird auf den 28. Februar festgesetzt.

Hr. F. F. **Martens** bespricht

ein einfaches Spectrometer und die wichtigsten Methoden zur Bestimmung von Brechungsexponenten.

Hr. F. **Dolezalek** demonstrirt

ein einfaches und empfindliches Quadrantenelektrometer.

Hr. E. Warburg demonstrirt darauf von Hrn. **R. W. Wood** hergestellte

Cyaninprismen

und projicirt dann einige von Hrn. **V. Schumann** gemachte

photographische Aufnahmen mit neuen ultraviolettempfindlichen Platten.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Oberlehrer P. Johannesson, Berlin O., Wallnertheaterstr. 45.
Hr. Dr. A. Lessing, Berlin W., Potsdamerstrasse 122a.
Hr. Dr. E. Bollé, Berlin NW., Dorotheenstrasse 85.
Hr. A. Ackermann-Teubner (in Firma B. G. Teubner) in Leipzig, Poststrasse 3.
Hr. Dr. O. Knöffler, Charlottenburg, Kantstrasse 151.
Das Physikalische Institut der Universität Leipzig.

Den Austritt aus der Gesellschaft hat erklärt:

Hr. Prof. Dr. A. Brill in Tübingen.

Ueber ein einfaches Spectrometer und die wichtigsten directen Methoden zur Bestimmung von Brechungsexponenten;
von F. F. Martens.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 15. Februar 1901.)

(Vgl. oben S. 9.)

I. Das Spectrometer.

Auf Anregung von Hrn. Prof. EICHWALD in Moskau construirte ich ein einfaches neues Spectrometer.[1])

Auf Säule und Dreifuss (vgl. Fig. 1) ist ein horizontaler Teller befestigt, dessen Rand in 360 Grade geteilt ist. Das

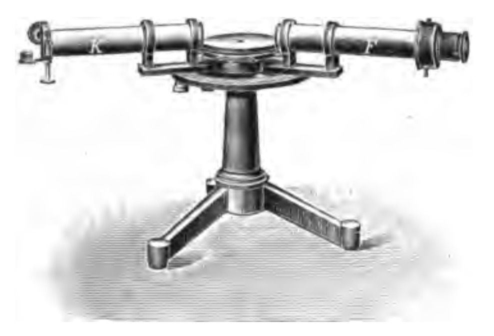


Fig. 1.

Fernrohr F und der Prismentisch sind unabhängig voneinander drehbar; die Stellung des Fernrohres wird mit Hülfe eines Nonius auf zehntel Grade abgelesen, auf halbe Zehntel geschätzt. Der Collimator K ist durch zwei von unten durch den Teller gehende Cordelschrauben befestigt und leicht abnehmbar.

1) Das Instrument wird von FRANZ SCHMIDT & HAENSCH, Berlin S., hergestellt.

Die Einrichtung des Oculares ist aus Fig. 2 ersichtlich. Durch ein kleines Reflexionsprisma p kann ein Teil der im Sehfelde aufgespannten Fäden von der Seite her beleuchtet werden. Steht auf dem Spectrometertische eine zum Fernrohr senkrechte Planfläche, so erblickt man in dem freien Teile des Sehfeldes ein hell erleuchtetes Viereck, in diesem die gespiegelten Fäden. Man verschiebt zunächst die Lupe, bis man die wirklichen Fäden scharf sieht, darauf das ganze Ocular, bis man die wirklichen und die gespiegelten Fäden scharf und ohne Parallaxe sieht. Das kleine Prisma kann durch ein Hebelchen schnell aus dem Gesichtsfeld entfernt werden. Diese von Lamont und Abbe angegebenen Oculare mit Reflexionsprisma sind den Ocularen mit schräger Glasplatte weit überlegen, wenn es sich um Beobachtungen an Prismen oder um die Untersuchung planparalleler Platten handelt.

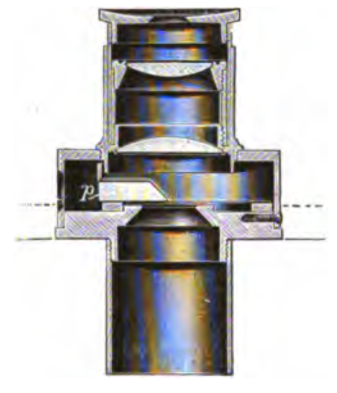




Fig. 1.

Die obere justirbare Tischplatte mit dem Mittelpunkte O ruht in drei radialen Einfraisungen auf drei Schrauben $\alpha\beta\gamma$, die gleichen Winkelabstand voneinander haben. Das zu untersuchende Prisma mit den verticalen Flächen $a\,b\,c$ stellt man so auf, dass mindestens eine Fläche, z. B. a, dem Radius $O\alpha$ parallel ist; dann wird durch Drehen von α die Fläche a in ihrer Ebene gedreht; ist a einmal senkrecht zur Fernrohraxe gestellt, so justirt man b oder c nur durch Drehen von α. Ein gleichseitiges Prisma stellt man am besten so auf, dass durch Drehen der Schrauben $\alpha\beta\gamma$ die Justirung der Flächen $a\,b\,c$ nicht geändert wird.

Ocular und Spalt sind ohne weiteres miteinander vertauschbar.

II. Methoden.

Um den Prismenwinkel zu messen, nimmt man zweckmässig den Collimator ganz ab und stellt das Fernrohr nacheinander auf die beiden Prismenflächen senkrecht. Hierbei ist Sorge zu tragen, dass bei der Bestimmung des Prismenwinkels dieselben Stellen der brechenden Flächen benutzt (genauer: von den abbildenden Hauptstrahlen geschnitten) werden, wie nachher bei Bestimmung der Ablenkung.

Da die Einstellung bei dem beschriebenen Instrumente wesentlich genauer ist als die Ablesung, so wendet man mit Vorteil das Repetitionsverfahren an.

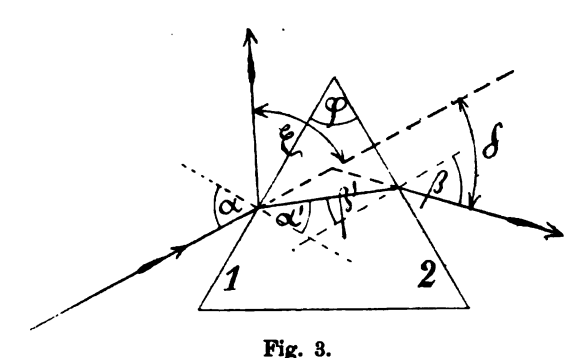


Fig. 3.

Die andere Methode, das Fernrohr auf die von den beiden Prismenflächen entworfenen Spaltbilder einzustellen, führt bei nicht ganz tadellosen Flächen, auch bei unvollkommener sphärischer Correction des Collimatorobjectivs zu erheblichen Fehlern.

Die im Folgenden behandelten directen Methoden zur Bestimmung von Brechungsexponenten beruhen alle auf der Brechung des Lichtes an den beiden Flächen 1 und 2 eines Prismas (vgl. Fig. 3). Bezeichnen wir die Einfalls- bez. Brechungswinkel der Reihe nach mit α α' β' β, die Ablenkung der Strahlen mit δ, den Prismenwinkel mit φ, so gelten für die Brechung an der Fläche 1 bez. 2 die bekannten Gleichungen

$$n \sin \alpha' = \sin \alpha; \tag{1}$$

$$n \sin (\varphi - \alpha') = \sin (\varphi + \delta - \alpha). \tag{2}$$

1. Bei der Methode der minimalen Ablenkung (Fraunhofer) ist die beobachtete Ablenkung innerhalb der Fehlergrenzen dieselbe, als wenn $\alpha = \beta$, $\alpha' = \beta'$ wäre. Demnach berechnet sich einfach

$$n = \frac{\sin\frac{\varphi + \delta}{2}}{\sin\frac{\varphi}{2}}. \tag{3}$$

Beobachtung und Rechnung sind bei dieser Methode sehr einfach, doch besitzt dieselbe einen Nachteil, der bisher nicht beachtet zu sein scheint und der um so mehr ins Gewicht fällt, je grösser und genauer das benutzte Spectrometer, je kleiner der Prismenwinkel und je dunkler und unschärfer das beobachtete Spaltbild ist. Man macht nämlich den bei der Einstellung des Fadenkreuzes auf ein Spaltbild unvermeidlichen Fehler zweimal, zuerst bei der Einstellung des Prismas, dann bei der Einstellung des Fernrohres.

2. Bei der Meyerstein'schen Methode darf der Prismenwinkel höchstens etwa 30° betragen; die Genauigkeit ist ungefähr dieselbe, als wenn ein Prisma von 30° im Minimum der Ablenkung durchlaufen wird und daher weit geringer als bei allen anderen hier behandelten Methoden. Man lässt bekanntlich die vom Collimator kommenden Strahlen entweder senkrecht auf die erste Prismenfläche einfallen oder senkrecht aus der zweiten Fläche austreten. In beiden Fällen ist

$$n = \frac{\sin(\varphi + \delta)}{\sin\varphi}. \tag{4}$$

Spectrometer der oben beschriebenen einfachen Construction sind leicht für diese Methode herzurichten. Man vertauscht Spalt und Ocular und stellt abwechselnd die Flächen 1 und 2 senkrecht zur Axe des nun feststehenden Fernrohres; dabei muss das Prisma p des Oculars von oben her beleuchtet werden. Der halbe Drehungswinkel des Spaltrohres ist die gesuchte Ablenkung.

Die weitverbreitete Ansicht, dass bei Prismen mit sehr kleinem brechendem Winkel die Ablenkung vom Einfallswinkel nahezu unabhängig sei, ist unrichtig. Daher sollten solche Prismen stets durch Spiegelung zum Collimator oder zum

Fernrohr senkrecht gestellt werden, bevor die Ablenkung gemessen wird. Dann ist einfach

(5
$$n = 1 + \frac{\delta}{\varphi}.$$

3. Bei der Methode des in sich zurückkehrenden Strahles[1]) liegt der Spalt im Sehfeld des Fernrohres; man bestimmt (vgl. Fig. 4) den Winkel α zwischen dem Lote auf

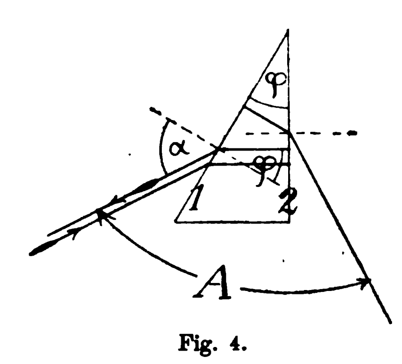


Fig. 4.

der Prismenfläche 1 und dem Strahlenbündel, welches an der Rückfläche 2 senkrecht reflectirt und durch 1 zweimal gebrochen wird.

Es ist bekanntlich:

(6)
$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \varphi}.$$

Die Methode wird meistens angewandt, ohne dass die Rückfläche versilbert wäre; dann stellt man — was bisher nicht beachtet zu sein scheint — am besten nacheinander auf die von beiden Flächen entworfenen Spectra ein und findet aus dem Drehungswinkel A des Fernrohres:

(7)
$$\alpha = 90 - \frac{A - \varphi}{2}.$$

Wegen der Krümmung der Spectrallinien ist es nicht ratsam, Spalt und Einstellungsmarke übereinander anzubringen.

1) E. Abbe, Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens fester und flüssiger Körper, Jena 1874.

Liegen Spalt und Marke nebeneinander und ist d ihr linearer Abstand, f die Brennweite des Fernrohrobjectivs, so hat man an den beobachteten Werten α noch folgende Correction[1]) anzubringen, um den wahren Winkel α_0 zu finden:

$$(8) \qquad \alpha - \alpha_0 = 0{,}117 \cdot \left(\frac{d}{f}\right)^2.$$

Die Abbe'sche Methode kann mit dem oben beschriebenen kleinen Spectrometer ohne weiteres ausgeführt werden, wenn man das kleine Reflexionsprisma des Oculars von der Seite her mit monochromatischem Lichte beleuchtet.

Die Methode ist auf das sichtbare Spectrum beschränkt und hat die nicht schwerwiegenden Nachteile, dass die Stellung der Lichtquelle nahe am Auge unangenehm ist, dass von den Flächen des Objectivs störendes Licht reflectirt wird, und dass die Helligkeit bei unversilberter Rückfläche des Prismas gering ist. Trotzdem ist die Methode bei weitem die geeignetste, um die Brechungsexponenten von Glasprismen für helle Linien des sichtbaren Spectrums zu bestimmen. Der Hauptwert der Methode liegt darin, dass dieselbe gestattet, Aenderungen des Brechungsexponenten mit der Temperatur oder Wellenlänge schnell bis auf einige Einheiten der fünften Decimale zu bestimmen.[2])

4. Bei der Methode der streifenden Incidenz[3]) stellt man das Fernrohr auf die Grenze des streifend in die erste Prismenfläche einfallenden Lichtes ein. Lässt man das Licht nacheinander auf beide Prismenflächen einfallen und misst den Winkel A zwischen den beiden Grenzen um die Kante des Prismas herum, so berechnet sich n nach den durch Addition und Subtraction von (1) und (2) abzuleitenden Formeln:

---

1) Die Correction ist für $\varphi = 30^\circ$, $n = 1{,}55$ berechnet, kann mit genügender Annäherung für die praktisch vorkommenden Fälle angewandt werden. Hr. C. Pulfrich hat diese Correction auch berechnet, aber nur den Zahlenwert für einen speciellen Fall ($d = 2$, $f = 280$ mm) veröffentlicht (vgl. Wied. Ann. **45**. p. 612. 1892).

2) Hierüber vgl. namentlich C. Pulfrich, Wied. Ann. **45**. p. 609 bis 665. 1892.

3) F. Kohlrausch, Wied. Ann. **16**. p. 603. 1882.

$$\text{(9)} \qquad \operatorname{tg}\left(\alpha' - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}\operatorname{cotg}^2\frac{A+\varphi}{4};$$

$$\text{(10)} \qquad n = \frac{1}{\sin\alpha'}.$$

Diese Berechnung ist einfacher als die früher angegebene, vor allem, weil die Berechnung von (9) höchstens fünfstellige Logarithmen erfordert.

Die Methode hat den Nachteil, dass nahe benachbarte Linien nicht getrennt werden können; auch bewirken kleine Abweichungen in der Ebenheit der Prismenflächen systematische Fehler, was bei allen übrigen Methoden nicht der Fall ist.

5. **Neue Methode des bekannten Einfallswinkels.** Die vom Collimator kommenden Strahlen werden durch Reflexion an der ersten Prismenfläche (vgl. Fig. 3) um den Winkel

$$\text{(11)} \qquad \xi = 180^0 - 2\alpha$$

abgelenkt. Stellt man zunächst das Fernrohr ohne Prisma auf das directe Spaltbild ein, dreht darauf das Fernrohr um ξ und stellt nun das Prisma so auf, dass das reflectirte Spaltbild mit dem Fadenkreuz zusammenfällt, so ist α der Einfallswinkel des Lichtes. Ist δ die Ablenkung irgend einer Spectrallinie, so berechnet sich

$$\text{(12)} \qquad \operatorname{tg}\left(\alpha' - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}\operatorname{cotg}\frac{\varphi+\delta}{2}\operatorname{tg}\left(\alpha - \frac{\varphi+\delta}{2}\right);$$

$$\text{(13)} \qquad n = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha'}.$$

Die Methode ist im Princip schon 1828 von Rydberg[1]) angewandt worden; Rydberg stellte zunächst das Prisma auf die minimale Ablenkung δ_0 einer Spectrallinie λ_0 ein; darauf bestimmte er die Ablenkungen δ der anderen Linien, während die Stellung des Prismas unverändert blieb. Rydberg macht nun die Annahme, dass die Strahlen λ_0 im Prisma genau senkrecht zur Halbirungsebene des Prismenwinkels verlaufen und berechnet α aus der Beziehung

$$\alpha - \frac{\varphi}{2} = \frac{\delta_0}{2}.$$

1) F. Rydberg, Pogg. Ann. 14. p. 45—59. 1828.

Die RYDBERG'sche Annahme ist unzulässig, weil man α auf etwa 1′ genau kennen muss, die Einstellung eines Prismas auf minimale Ablenkung aber auf etwa 1° unsicher ist. Deshalb ist Verf. zur Messung von α übergegangen.

Die neue Methode, n aus α, φ und δ zu berechnen, ist besonders dann von Vorteil, wenn für eine grössere Anzahl von Spectrallinien die Brechungsexponenten bis auf wenige Einheiten der fünften Decimale genau bestimmt werden sollen; dann führt dieselbe schneller zum Ziele als die Methode der minimalen Ablenkung, weil die jedesmalige Einstellung des Prismas fortfällt. Der Hauptwert der Methode liegt in ihrer besonders leichten Anwendbarkeit auf ultrarote und ultraviolette Strahlen.

Wenn es sich darum handelt, aus einem photographisch aufgenommenen Spectrum die Exponenten des Prismas für eine Reihe von Linien zu berechnen, so ist die Methode unentbehrlich, da nur eine Wellenlänge im Minimum der Ablenkung verlaufen sein kann.

III. Schluss.

Für ein Flintglasprisma mit drei polirten Flächen wurde der Brechungsexponent n für Lithiumlicht ($\lambda = 670{,}8\,\mu\mu$) mit dem kleinen Spectrometer bestimmt. Durch dreimalige Repitition ergaben sich die brechenden Winkel $\varphi_1 = 59{,}85^0$, $\varphi_2 = 29{,}93^0$. Für n wurden nach den Methoden 1 bis 5 folgende Werte gefunden:

1	2	3	4	5
1,5416	1,5413	1,5413	1,5414	1,5417.

Vom Mittel 1,5415 weichen die einzelnen Bestimmungen so wenig ab, dass das kleine Spectrometer für die erste Uebung in der Bestimmung von Brechungsexponenten hinreichend genau sein dürfte.

Für Messungen von nicht der höchsten erreichbaren Genauigkeit und bei Anwendung nur einer Farbe wird die Methode der Minimalablenkung immer die beste bleiben.

Ueber ein sehr einfaches und empfindliches Quadrantenelektrometer; von F. Dolezalek.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 15. Februar 1901.)

(Vgl. oben S. 9.)

In der messenden Physik und ganz besonders in der messenden Elektrochemie besteht zur Zeit ein grosses Bedürfnis nach einem empfindlichen und dabei von jedermann leicht zu handhabenden elektrostatischen Messinstrument.

Handelt es sich z. B. darum, das Potential eines Metalles gegen eine äusserst verdünnte Lösung seiner Ionen zu bestimmen oder die Affinität einer mit beschränkter Geschwindigkeit verlaufenden chemischen Reaction auf elektrischem Wege zu messen, so ist die Verwendung auch des besten Spiegelgalvanometers (ebenso diejenige des Capillarelektrometers) ausgeschlossen, da die betreffende galvanische Combination sich durch die geringste Stromentnahme sogleich polarisiren würde.

Der gleiche Fall tritt auch ein, wenn es sich darum handelt, die elektromotorische Kraft einer galvanischen Combination mit nicht wässerigen Lösungen, z. B. Aether-, Benzollösungen zu bestimmen, desgleichen bei Verwendung von festen Lösungen oder Gasen; das Galvanometer versagt dann infolge des grossen inneren Widerstandes u. dgl.

Die Schwierigkeit, auf welche man stösst, wenn man versucht das Thomson'sche Quadrantenelektrometer hinreichend empfindlich zu machen, besteht bekanntlich darin, dass man der Elektrometernadel von aussen eine Ladung zuführen muss. Man ist daher gezwungen die Nadel an einen dünnen Draht aufzuhängen oder durch Schwefelsäure die Ladung zuzuführen; hierdurch erhält die Nadel aber eine sehr grosse Directionskraft, bez. einen sehr grossen Reibungswiderstand, wodurch die Empfindlichkeit sehr beeinträchtigt wird.

Um die Schwierigkeit der Ladungszuführung ganz zu umgehen, brachten daher Hr. Prof. Nernst und ich[1]) vor längerer Zeit den die Nadel ladenden Apparat in Gestalt einer kleinen trockenen Säule zugleich mit zur Aufhängung. Bei Verwendung einer Quarzsuspension erreicht dieses Elektrometer eine sehr grosse Empfindlichkeit von etwa 10^{-5} Volt pro 0,1 mm Ausschlag; dasselbe ist auch bereits bei einer grösseren Zahl von Untersuchungen mit Erfolg angewandt.

In der mehrjährigen Erfahrung hat sich jedoch der Uebelstand herausgestellt, dass die kleinen trockenen Säulen gerade infolge ihrer grossen Wirksamkeit sich nach etwa $^3/_4$ Jahren, auch bei der besten Behandlung, von selbst entladen und meist nach 1 Jahr ganz wirkungslos werden und dann neu gefüllt werden müssen. Ausserdem erschwert erfahrungsgemäss die relativ grosse Belastung des Quarzfadens die Handhabung desselben ganz ausserordentlich. Alle diese Uebelstände fallen fort, wenn man die Mitaufhängung der Ladungssäule vermeidet und der Nadel die Ladung durch einen leitend gemachten Quarzfaden zuführt. Zu diesem Zwecke hat bekanntlich Himstedt mit grossem Erfolge das Versilbern des Quarzfadens angewandt. Nun ist aber der Quarzfaden ein Ding, mit dessen Handhabung viele an sich schon grosse Schwierigkeit haben, soll nun ein solcher Faden erst gereinigt, dann versilbert und hierauf an den Enden galvanoplastisch verkupfert und an Metallstückchen angelötet werden, so sind das so viele Operationen, dass es den meisten erst nach vieler vergeblicher Mühe gelingt, sie alle ohne Zerreissen des Fadens auszuführen.

Diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass das Himstedt'sche Elektrometer sich nicht mehr eingebürgert hat, was es ohne Zweifel verdiente. Ich habe daher versucht, den Quarzfaden auf eine für ihn ungefährliche und *möglichst einfache* Weise leitend zu machen.

Dies ist nun in der That möglich, wenn man beachtet, dass schon die geringste Leitungsfähigkeit des Quarzfadens vollkommen ausreichend ist, da man nur der Bedingung genügen muss, dass der Nadel die Ladung erheblich (sagen wir

1) W. Nernst u. F. Dolezalek, Zeitschr. f. Elektrochem. **3.** Heft 1, 1896/97; Zeitschr. f. Instrumentenk. **17.** p. 65—77. 1897; Elektrotechn. Zeitschr. **18.** p. 507—511. 1897.

tausendmal) schneller zugeführt, als sie durch die Luft fortgeführt wird. Berechnet man aus der Entladungsgeschwindigkeit eines gut isolirten Goldblattelektroskopes den Mindestwert des Isolationswiderstandes der Luft, so erhält man einen Betrag von etwa 10^{20} Ohm. Es genügt also eine Leitungsfähigkeit des Quarzfadens von weniger als 10^{-17}, damit die Nadel bis auf 1 pro mille die richtige Ladung annimmt. Eine derartige geringe Leitungsfähigkeit kann man nun in einfachster Weise dem Quarzfaden dadurch erteilen, dass man ihn nach Ankittung an den Torsionskopf in die Lösung eines wasseranziehenden Salzes (Chlorcalcium, Chlormagnesium, verdünnte Phosphorsäurelösung etc.) eintaucht. Die geringe Spur auf den Faden zurückbleibenden Salzes bewirkt dann, dass die Oberfläche des ersteren niemals ganz trocken wird und daher schwach leitend bleibt. Gleichzeitig werden hierdurch auch die Siegellackkittungen leitend. Ein solcher Quarzfaden besitzt natürlich einen recht beträchtlichen Widerstand und zwar von etwa 10^{10} bis 10^{11} Ohm, doch reicht diese Leitung nach obigem vollkommen aus, um die Nadel, dank der geringen Capacität des Elektrometers, fast momentan nach Anlegung der Spannung auf das richtige Potential zu laden und dauernd auf diesem zu erhalten, was der Versuch auch vollkommen bestätigt.

Als Elektrometernadel verwendet man natürlich am besten ein möglichst leichtes System und zwar ist es am einfachsten, die Nadel aus Silberpapier in der bekannten Maxwell'schen Form auszuschneiden. Eine einzelne Nadel würde jedoch zu wenig stabil sein, man klebt deshalb zwei Nadeln an den äusseren Rand aufeinander und lässt sie in der Mitte ein wenig voneinander abstehen, wodurch die Nadel vollkommen gegen freiwillige Verbiegungen geschützt ist.

Eine solche Doppelnadel besitzt ausserdem den Vorteil einer sehr grossen Luftreibung, sodass man jede weitere Dämpfungsvorrichtung entbehren kann. Das ganze Instrument erhält hierdurch eine überaus einfache Form und ist in der Handhabung nicht schwieriger, als ein Galvanometer.

Zur Ladung der Nadel genügen 60—110 Volt vollkommen. Am besten ist es natürlich eine Accumulatorenbatterie hierfür zu verwenden, doch reicht auch eine kleine trockene Säule

völlig aus. Bei Nullmethoden kann man auch jede Lichtleitung benutzen. Um einige Angaben über die Constanten des Instrumentes zu geben, sei erwähnt, dass bei einer Nadelladung von 110 Volt, einem Abstand der Fernrohrscale von 2 m und einer Stärke des Quarzfadens von 0,009 mm die Empfindlichkeit für $^1/_{10}$ (noch ablesbaren) Scalenteil $4 . 10^{-5}$ Volt beträgt. Hierbei ist die Schwingungsdauer 18 Sec. und das Dämpfungsverhältnis etwa 7. In Bezug auf Dämpfung und Schwingungsdauer gleicht das Instrument bei dieser Empfindlichkeit einem guten Spiegelgalvanometer. Mit abnehmender Stärke des Quarzfadens steigt die Empfindlichkeit stark an und zwar der Theorie entsprechend ungefähr umgekehrt proportional der vierten Potenz des Durchmessers, allerdings sehr auf Kosten der Schwingungsdauer. Bei einem Faden von 0,004 mm Stärke beträgt die Empfindlichkeit bereits $5 . 10^{-6}$ Volt, aber auch die Schwingungsdauer etwa 60 Sec.; die Einstellung ist aperiodisch. Die Verwendung noch dünnerer Fäden, die sich sehr leicht herstellen lassen, ist leider nicht möglich, da das Instrument infolge zu starker Luftreibung sich kriechend der Ruhelage nähert; die Benutzung liesse sich nur hei Anwendung eines Vacuums erzielen. Man würde dann wohl eine Empfindlichkeit von 10^{-7} Volt gut erreichen, doch liegt zur Zeit für eine solche hohe Empfindlichkeit kein Bedürfnis vor. Bei der zuerst angegebenen Fadenstärke habe ich eine ausführliche Prüfung der Ausschläge angestellt und gefunden, dass infolge der vorzüglichen elastischen Eigenschaften des Quarzes die auf den Bogen reducirten Ausschläge fast über die ganze Scala der angelegten Spannung proportional sind.

Bei Nullmethoden kann man an Stelle der Quarz- auch Glasfäden verwenden, die sich auf die gleiche Weise leitend machen lassen.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass nicht nur bei Spannungsmessungen, sondern auch in vielen Fällen bei Strommessungen das beschriebene Elektrometer dem Spiegelgalvanometer weit überlegen ist. Sehr häufig ist nämlich die geringe Grösse eines zu messenden Stromes nicht durch eine kleine elektromotorische Kraft, sondern durch einen grossen Widerstand im Schliessungskreise verursacht. In diesem Fall kann man ohne weiteres noch einen zweiten ähnlich grossen Wider-

stand einschalten und dessen Klemmenspannung elektrometrisch messen. Bei einem Widerstand von über 10^{12} Ohm fällt die Stromstärke auf 10^{-12} Amp. und das Spiegelgalvanometer versagt, mit dem obigen Elektrometer kann man jedoch noch bis zu 10^{-17} Amp. messen.

Das Instrument wird in den Werkstätten für Präcisionsmechanik und Optik von Hrn. Bartels in Göttingen zum Preise von 80 Mark hergestellt, eine ausführliche Beschreibung desselben wird demnächst in der Zeitschrift für Instrumentenkunde erfolgen.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. Nr. 3.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 1. März 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Der Vorsitzende berichtet zunächst über das Ergebnis der zweiten, schriftlichen Abstimmung, welche über die in der vorigen Sitzung vorgeschlagenen und in erster Abstimmung angenommenen Satzungsänderungen inzwischen stattgefunden hat. Es haben 148 Mitglieder ihr Votum eingesandt und sämtlich ihre Zustimmung erteilt, sodass die in dem vorigen Sitzungsbericht im Wortlaut abgedruckten Satzungsänderungen nunmehr definitiv angenommen sind und für die Gesellschaft in Kraft treten.

Der Vorsitzende teilt ferner mit, dass am 19. Februar d. J. der Casse der Gesellschaft durch Hrn. B. Schwalbe die Summe von 200 Mark als Ueberschuss einer Sammlung überwiesen wurde. Dieser Betrag ist unter dem gleichen Datum dem Capital-Conto der Gesellschaft gutgeschrieben worden.

Hr. **O. Lummer** spricht dann nach gemeinsam mit Hrn. **E. Pringsheim** angestellten Versuchen über

Temperaturbestimmung hocherhitzter Körper (Glühlampe etc.) auf bolometrischem und photometrischem Wege.

Als Mitglied wird in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Dr. O. Martienssen, Berlin SW., Markgrafenstrasse 94.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. Nr. 4.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 15. März 1901.

Vorsitzender: i. V. Hr. E. LAMPE.

Hr. **W. Jaeger** spricht nach gemeinschaftlich mit Hrn. **St. Lindeck** angestellten Versuchen

über Normalelemente.

Hr. H. STARKE legt vor:

1. Eine Abhandlung von Hrn. **Felix M. Exner:**

Zur inneren Leitung von Quarz bei 100—150° und von Glas bei Zimmertemperatur.

2. Eine von Hrn. G. QUINCKE eingesandte Abhandlung des Hrn. **E. H. Stevens** aus Brighton,

Ueber Schallgeschwindigkeit in Luft bei hoher Temperatur,

welche sich auf Untersuchungen gründet, die im Jahre 1899 im Physikalischen Institut der Universität Heidelberg ausgeführt worden sind.

Hr. **F. F. Martens** spricht dann in einem von Demonstrationen begleiteten Vortrage

über die Dispersion ultravioletter Strahlen in Steinsalz und Sylvin.

Zur inneren Leitung von Quarz bei 100—150° und von Glas bei Zimmertemperatur;

von Felix M. Exner.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 15. März 1901.)

(Vgl. oben S. 25.)

Eine von der Firma Schott und Gen. in Jena künstlich durch Schmelzung hergestellte Platte von amorphem Quarz wurde auf ihren inneren Leitungswiderstand untersucht; hierbei kam der von den Herren E. Warburg und F. Tegetmeier[1]) angegebene und für ähnliche Messungen vielfach benützte Apparat zur Verwendung. Zwei isolirte Stahlgefässe, zwischen welchen die Platte eingeklemmt wird, enthalten Natrium-Amalgam als Anode bez. Kathode; zwischen ihnen wurde durch Accumulatoren eine Spannung von 240 Volt hergestellt. Ein Ofen mit Thermoregulator diente dazu, die Quarzplatte auf constanten Temperaturen zwischen 100 und 150° zu halten. Da der Widerstand des Quarzes sich als sehr gross zeigte — derselbe war von der Grössenordnung von 10^{11} Ohm —, so wurde die Siemens'sche Methode der Widerstandsbestimmung durch Condensatorladung angewendet. Mittels derselben ergaben sich bei den Temperaturen ϑ die folgenden Werte s für den specifischen Widerstand des amorphen Quarzes bezogen auf Quecksilber von 0° (dabei war der Potentialabfall pro Millimeter 27 Volt, da die Dicke der Platte 9 mm, die ganze Spannung 240 Volt betrug):

ϑ	s
101,0° C.	$4{,}1 \cdot 10^{15}$
124,5	$2{,}2 \cdot 10^{15}$
147,0	$0{,}9 \cdot 10^{15}$

1) F. Tegetmeier, Wied. Ann. 35. 1888; daselbst eine genaue Beschreibung des Apparates.

Die Ladungsdauer betrug eine Minute; der Zeitraum von der ersten zur letzten Messung betrug vier Stunden, während welcher der Strom fast ununterbrochen den Quarz durchfloss.

Wurde als Anode Quecksilber verwendet, so ergab sich:

ϑ	s
151° C.	$3{,}9 \cdot 10^{15}$
122	$15 \cdot 10^{15}$
106	$26 \cdot 10^{15}$
156	$7{,}4 \cdot 10^{15}$

Die Messungen sind in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge angeführt; der Widerstand war hier grösser als mit der Natrium-Amalgamanode und nahm unter Einwirkung des Stromes zu.

Zum Vergleich wurde noch der Widerstand einer Platte von Bergkrystall in der Richtung der Hauptaxe bestimmt; hierbei betrug die Spannung pro Millimeter 60 Volt bei einer Plattendicke von 4 mm. Der Widerstand war nur von der Ordnung 10^7—10^8 Ohm; die Anode bildete Natrium-Amalgam.

Es war:

ϑ	s
148° C.	$2{,}3 \cdot 10^{12}$
126	$1{,}0 \cdot 10^{13}$
109	$5{,}0 \cdot 10^{13}$
148	$2{,}3 \cdot 10^{12}$

Der Widerstand des Bergkrystalles in der Richtung der krystallographischen Hauptaxe ist also bedeutend geringer als der des amorphen Quarzes und ändert sich viel stärker mit der Temperatur.

Compression des letzteren in der Richtung des Potentialgefälles gab keine merkbare Aenderung des Widerstandes.

Die folgenden Bestimmungen erstrecken sich auf die Untersuchung einiger Gläser hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit für Leydener Flaschen. Hier kommt der innere Ohm'sche Widerstand in Betracht. Da die Schwierigkeiten, welche sich diesen Messungen in den Weg stellten, ihre Ursache in der bedeutenden Grösse des Widerstandes hatten, sollen sie hier angeführt werden: Der Glasbecher, dessen innerer Widerstand gemessen

werden sollte, wurde in ein Gefäss, das mit H_2SO_4 gefüllt war, gestellt und bis zu halber Höhe selbst mit H_2SO_4 gefüllt; die beiden Flüssigkeiten bildeten die Stromzuführung- und -abführung. Der obere Rand des Bechers wurde mit einem Stanniolring umschlungen, der zur Erde abgeleitet war; auf diese Weise war Oberflächenleitung von einer Belegung zur anderen verhindert. Im übrigen war die Schaltung dieselbe wie bei der Widerstandsbestimmung des Quarzes; der das Glas durchsetzende Strom lud einen Condensator, welcher sodann durch ein ballistisches Galvanometer entladen wurde. Wird nun die innere Belegung der so gebildeten Leydener Flasche geladen, so geht inducirte Elektricität von der äusseren Belegung in den Condensator; daher muss die letztere zunächst stets mit der Erde verbunden werden, ehe sie an den Condensator angelegt wird; die sodann in denselben fliessende Elektricitätsmenge ist nur dann die ganze, welche wirklich die Glasmasse als Leitungsstrom durchsetzt hat, wenn 1. das Potential der inneren Belegung constant ist (daher war die Verwendung einer Hochspannungs-Accumulatoren-Batterie erforderlich), 2. der im Glas gebildete Rückstand constant geworden ist, und wenn 3. die Oberflächenleitung von der äusseren Belegung zum Stanniolring während der ganzen Ladungszeit gegen den inneren Leitungsstrom zu vernachlässigen ist. Das letztere war der Fall, wenn das Glas gut gereinigt und erhitzt worden war; was die Rückstandsbildung betrifft, so bewirkte diese eine scheinbare Verkleinerung des Widerstandes; sobald sich der Rückstand vollständig gebildet hatte, was, wie sich am Constantwerden des Ausschlages zeigte, 20—30 Minuten in Anspruch nahm, konnte die Messung ausgeführt werden.

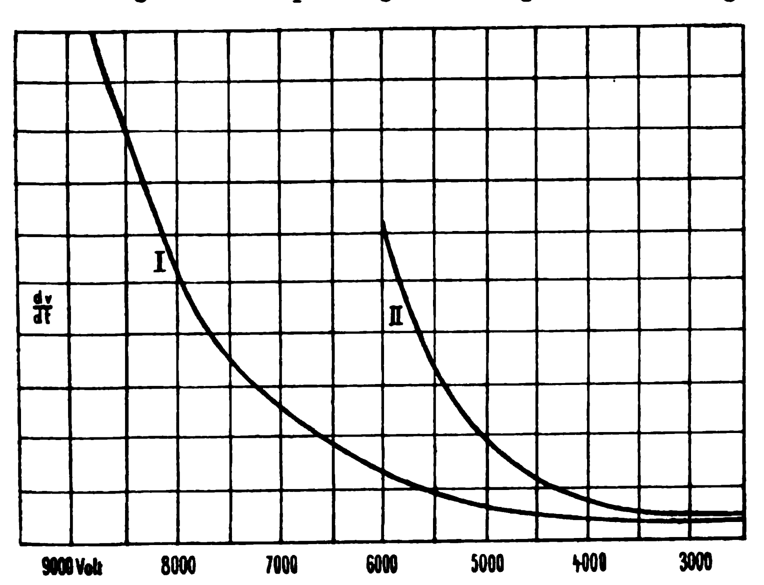
Zur Prüfung des Ohm'schen Gesetzes wurde nun der Widerstand (w) bei drei verschiedenen Spannungen bestimmt; es ergab sich:

bei 1140 Volt	$w = 1{,}43 \,.\, 10^{12}$	Ohm
„ 2180 „	$w = 1{,}43 \,.\, 10^{12}$	„
„ 3320 „	$w = 1{,}39 \,.\, 10^{12}$	„

Da ein Versuchsfehler von 3—4 Proc. sehr wohl möglich ist, so erscheint das Ohm'sche Gesetz innerhalb dieser Grenzen bestätigt; der specifische Widerstand, bezogen auf Hg von 0°, ist hiernach $s = 2{,}5 \,.\, 10^{19}$.

Diese Bestimmungen beziehen sich auf eine Glassorte, welche als besonders geeignet für Leydener Flaschen bezeichnet wurde. Für einen zum Vergleich herangezogenen Becher einer gewöhnlichen Leydener Flasche fand sich das OHM'sche Gesetz gleichfalls bestätigt; dabei war $s = 2,9 . 10^{19}$, die Isolation dieses Glases also ebenso gut.

Endlich wurden noch aus Bechern verschiedenen Glases Leydener Flaschen mit Stanniolbelegung hergestellt, und die Geschwindigkeit ihres Spannungsverlustes gemessen. Erfolgte



die Ladung mittels Elektrisirmaschine rasch bis auf ein bestimmtes Potential, so ging der Abfall anfangs viel schneller vor sich, als wenn die Flasche längere Zeit durch öfteres Nachladen auf demselben Potential gehalten und dann sich selbst überlassen wurde, ein Beweis dafür, dass die Rückstandsbildung im Glas einen merklichen Anteil an den Potentialverlusten hatte. Bei einer Glassorte z. B. brachte der Rückstand, welcher sich bei 6000 Volt gebildet hatte, nach Entladung der Flasche eine Nachladung von 1800 Volt Spannung hervor, betrug also 0,3 der Anfangsladung. Wurde statt der Stanniolbelegung aussen und innen H_2SO_4 verwendet, wobei dann die Zwischenschicht des Klebemittels und einzelner Luftteilchen wegfiel, so

war der Rückstand etwas geringer. Die Geschwindigkeit des Potentialabfalles ist infolge des Rückstandes nicht nur vom momentanen Potential selbst, sondern auch von dem Potential, auf das anfänglich geladen wurde, bei dem der Rückstand sich also zu bilden begann, abhängig, wie durch einige Messungen festgestellt wurde; die vorstehenden Curven (vgl. Figur) geben die Abfallsgeschwindigkeit dv/dt abhängig von v beigegebenem Anfangspotential; letzteres war bei Curve I 10000 Volt, bei Curve II 6000 Volt. Aus den Curven kann man entnehmen, dass die Grösse dv/dt bei 5500 Volt z. B. mehr als dreimal so gross in Curve II als in Curve I ist, dass also der durch Rückstandsbildung hervorgerufene Potentialabfall den durch innere und Oberflächenleitung verursachten bei weitem an Grösse übertrifft.

Berlin, Physik. Institut d. Universität.

Ueber die Dispersion ultravioletter Strahlen in Steinsalz und Sylvin; von F. F. Martens.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 15. März 1901.)

(Vgl. oben S. 25.)

1. Die bisher nicht untersuchten Brechungsexponenten von Steinsalz und Sylvin für ultraviolette Strahlen sind vom Verfasser auf photographischem Wege bestimmt und in vorliegender Arbeit mit den neubestimmten Werten für sichtbare Strahlen zusammengestellt worden.

2. Die Brechungsindices sind gemessen für eine Anzahl Linien in den Funkenspectren von Al, Au, Cd, Pb; die Wellenlänge der meisten Linien ist den dankenswerten neuen Untersuchungen der Herren Exner und Haschek[1]) entnommen. Ausserdem sind für die Messungen im sichtbaren Gebiete die Elemente H und Hg im Geisslerrohre, K, Li, Na in der Bunsenflamme zum Leuchten gebracht worden.

3. Zur Untersuchung gelangten zwei Steinsalzprismen, deren brechende Winkel 40° 4′ 27″ bez. 60° 9′ 23″ sind; ferner ein Sylvinprisma mit dem brechenden Winkel 38° 53′ 17″.

Die Indices n wurden berechnet[2]) aus dem bekannten Winkel α, unter welchem die vom Collimator kommenden Strahlen auf die erste Prismenfläche einfallen; dem Prismenwinkel φ und der Ablenkung δ der durch das Prisma gehenden Strahlen.

Für die Beobachtungen standen zwei Spectrometer zur Verfügung, ein grosses Instrument von Pistor & Martins mit 2″-Ablesung, ein kleineres von Schmidt & Haensch mit 10″-

1) F. Exner u. E. Haschek, Ultraviolette Funkenspectra der Elemente, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien **106.** IIa. Cd p. 61—63; Al p. 61—66. 1897; **107.** IIa. Au p. 792—796. 1898.

2) Verfasser hat während der Drucklegung dieser Arbeit gefunden, dass Jos. Grailich in seiner gekrönten Preisschrift (Krystallographisch-optische Untersuchungen p. 21—23. Wien und Olmütz 1858) schon dieselbe Methode der Bestimmung von α und Berechnung von φ angegeben hat, welche Verfasser kürzlich neben anderen Methoden behandelt hat (Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. **3.** p. 15—17. 1901). Uebrigens diente bei den Beobachtungen Grailich's ein entfernter Spalt als Lichtquelle; der heute übliche, viel bequemere Collimator ist noch nicht vorhanden.

Ablesung. Bei letzterem ist das Fernrohr durch eine photographische Camera ersetzt. Die Cassette mit der 3×4 cm grossen Trockenplatte wird seitlich in einen Schlitten eingeschoben; der Schlitten ist an der Camera derart befestigt, dass er mittels einer Schraube vertical bewegt werden kann. So konnten etwa 20 je 0,5 mm hohe Spectra auf einer Platte aufgenommen werden. Als Objective[1]) dienten zwei achromatische Quarz-Flussspatobjective. Der Spectrometertisch war so eingerichtet, dass die obere, justirbare Platte mit dem Prisma abgehoben und ohne weiteres genau in die alte Stellung gebracht werden konnte. — Zum Verschluss der Camera diente ein Deckel am Objectivende.

Die Prismenwinkel φ wurden stets mit beiden Instrumenten gemessen. Der Einfallswinkel α wurde gemessen, indem das Beobachtungsrohr zuerst auf das directe, dann auf das von der vorderen Prismenfläche reflectirte Spaltbild eingestellt wurde. Die Ablenkungen δ der ultravioletten Strahlen wurden in folgender Weise gemessen. Zunächst wurde das Prisma abgenommen und ein directes Spaltbild photographirt; dann wurde die Camera um den Winkel γ gedreht, das Prisma aufgesetzt und ein Spectrum aufgenommen. Ist S der Abstand der photographischen Platte vom hinteren Knotenpunkt des Objectives, x der auf der Teilmaschine gemessene Abstand einer Spectrallinie vom directen Spaltbild, so berechnet sich die Ablenkung dieser Linie

$$\delta = \gamma \pm \beta, \tag{1}$$

worin

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x}{S} \tag{2}$$

ist.

Wird die Camera zwischen zwei übereinanderliegenden Aufnahmen um den etwa 3° betragenden Winkel ε gedreht, sind x_1 bez. x_2 die Abstände derselben Linie vom directen Spaltbilde in beiden Aufnahmen, so berechnet sich

$$S = \frac{x_1 - x_2}{\operatorname{tg} \varepsilon} - \frac{x_1 \cdot x_2}{\dfrac{x_1 - x_2}{\operatorname{tg} \varepsilon}}. \tag{3}$$

1) Für die leihweise Ueberlassung der schönen Objective spricht Verfasser Hrn. Dr. H. Th. Simon seinen verbindlichsten Dank aus. Ueber die Construction der Objective vgl. H. Th. Simon, Wied. Ann. 53. p. 544—546. 1894.

Die x sind positiv zu nehmen, wenn sie nach der einen Seite, negativ, wenn sie nach der anderen Seite des Spaltbildes hin liegen.

Die Spectra der Steinsalzprismen wurden alle auf fast kornlosen, sogenannten Kupferdruckplatten von GEBHARDT-Berlin aufgenommen. Beim Sylvin konnten die brechbarsten Linien nur mit Hülfe der neuen ultraviolettempfindlichen Platte von Hrn. V. SCHUMANN[1]) hinreichend kräftig erhalten werden.

4. Die erhaltenen Resultate sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt. Beim Steinsalz sind die Strahlen von 185 bis 208 nur in dem 40°-Prisma untersucht; für die übrigen Strahlen sind die Mittelwerte aus den für beide Prismen gefundenen Exponenten angegeben; diese weichen bis zu 11 Einheiten, im Mittel um 4 Einheiten der fünften Decimale voneinander ab.

Bei beiden Substanzen fällt die ausserordentlich grosse Dispersion auf. So beträgt für die sichtbaren und die äussersten ultravioletten Strahlen die Differenz der Minimalablenkungen bei einem Steinsalzprisma von 60° nicht weniger als 40°, bei einem solchen Flussspatprisma nur 6°. Steinsalzprismen mit einem brechenden Winkel von 30—40° sind daher für Spectrographen vorzüglich geeignet.

Das Sylvinprisma zeigt die Eigentümlichkeit, Strahlen von 193 $\mu\mu$ viel stärker zu absorbiren, als die benachbarten mehr und weniger brechbaren Strahlen. Aehnliche Absorptionsstreifen fand Hr. RUBENS[2]) bei 3,23 μ und bei 7,23 μ.

Die reciproke relative Dispersion

$$\gamma = \frac{n_{589} - 1}{n_{486} - n_{656}}$$

beträgt für Steinsalz 42,8; für Sylvin 44,0.

1) Für die Uebersendung von acht Stück der schönen neuen Platten bin ich Hrn. Dr. SCHUMANN zu grossem Danke verpflichtet.

2) H. RUBENS, Wied. Ann. 53. p. 285. 1894. Ueber die Dispersion ultraroter Strahlen im Steinsalz vgl.: H. RUBENS, Wied. Ann. 54. p. 482. 1895; H. RUBENS u. A. TROWBRIDGE, Wied. Ann. 60. p. 733. 1897; H. RUBENS u. E. F. NICHOLS, Wied. Ann. 60. p. 451. 1897; im Sylvin: A. TROWBRIDGE, Wied. Ann. 65. p. 612 u. 618. 1898; H. RUBENS u. A. TROWBRIDGE, Wied. Ann. 60. p. 733. 1897; H. RUBENS u. E. F. NICHOLS, Wied. Ann. 60. p. 451. 1897.

Tabelle. $t = 18^{\circ}$ C.

Element	Wellenlänge in $\mu\mu$	Indices von	
		Steinsalz	Sylvin
Al	185,22	1,89332	1,82704
Al	186,02	1,88558	1,81847
Al	193,35	1,82809	absorbirt
Au	197,76	1,80254	1,73114
Al	198,81	1,79580	1,72432
Au	200,09	1,79016	1,71864
Au	204,470	1,76948	1,69811
Au	208,216	1,75413	1,68302
Au	211,078	1,74355	1,67275
Cd	214,45	1,73221	1,66182
Cd	219,46	1,71711	1,64739
Cd	224,00	1,70517	1,63606
Cd	231,29	1,68840	1,62037
Au	242,810	1,66699	1,60041
Au	250,333	1,65541	1,58973
Cd	257,317	1,64604	1,58119
Al	263,20	1,63904	1,57477
Au	267,610	1,63417	1,57038
Cd	274,871	1,62687	1,56380
Al	281,640	1,62083	1,55830
Au	291,368	1,61309	1,55134
Al	308,227	1,60187	1,54130
Au	312,280	1,59954	1,53920
Cd	340,358	1,58601	1,52720
Al	358,702	1,57916	1,52109
Al	394,415	1,56889	1,51213
H	410,185	1,56525	1,50901
H	434,066	1,56067	1,50497
Cd	441,587	1,55947	1,50384
Cd	467,832	1,55553	1,50038
H	486,149	1,55317	1,49835
Cd	508,606	1,55071	1,49614
Cd	533,83	1,54828	1,49404
Hg	546,097	1,54724	1,49318
Pb	560,70	1,54607	1,49212
Na	589,31	1,54418	1,49038
Au	627,837	1,54185	1,48841
Cd	643,88	1,54105	1,48771
H	656,304	1,54047	1,48721
Li	670,82	1,53982	1,48663
K	768,24	1,53644	1,48374

5. Die Herren RUBENS und ASCHKINASS[1]) haben nach der Methode der Reststrahlen für Steinsalz und Sylvin die Lage der Streifen metallischer Reflexion im Ultrarot bestimmt. Die Wellenlänge λ'' dieser Streifen ist gegen die Wellenlänge λ, wenn λ im sichtbaren oder ultravioletten Spectralgebiet liegt, so gross, dass $\lambda''^2 - \lambda^2$ unbedenklich als constant angesehen werden kann. Für die genannten λ nimmt daher die KETTELER-HELMHOLTZ'sche Dispersionsformel die einfache Form an:

$$n^2 = b^2 + \frac{M'}{\lambda^2 - \lambda'^2}; \tag{4}$$

λ' ist die Wellenlänge des ultravioletten Streifens metallischer Reflexion; Verf. hat λ' aus den vorliegenden Werten des Brechungsexponenten n berechnet. Demnach ergeben sich für Steinsalz und Sylvin folgende beobachtete bez. berechnete Streifen metallischer Reflexion:

	Steinsalz	Sylvin
im Ultrarot	51,4 μ	61,1 μ
im Ultraviolett	0,146 μ	0,152 μ

KETTELER berechnete für Steinsalz und Sylvin die Werte 0,127 und 0,161 μ; die Uebereinstimmung erscheint beträchtlich, wenn man bedenkt, dass KETTELER nur die Exponenten für das sichtbare Spectralgebiet kannte.

6. Eine Vergleichung der aus der Dispersionsformel berechneten Werte mit den experimentell bestimmten Brechungsexponenten hat der Verf. namentlich aus folgendem Grunde vorläufig unterlassen. Die Wellenlängen der brechbarsten Linien von etwa 204,47 an bis 185,22 sind nicht hinreichend sicher; aus den Unterschieden der berechneten und beobachteten Brechungsexponenten folgt, dass die von CORNU[2]) bestimmten Wellenlängen 193,35 und 198,81 um etwa 0,2 $\mu\mu$ vergrössert werden müssen, wenn die brechbarsten Au-Linien von EXNER und HASCHEK richtig gemessen sind. Es ist daher erwünscht, dass recht bald die Wellenlänge der brechbarsten Linien von Al und Au neu bestimmt wird.

1) H. RUBENS u. E. ASCHKINASS, Wied. Ann. **65**. p. 241—256. 1898.

2) A. CORNU, Wellenlängen der brechbarsten Strahlen von Mg, Cd, Zn, Al, Journ. de phys. (1) **10**. p. 425—431. 1881.

Temperaturbestimmung hocherhitzter Körper (Glühlampe etc.) auf bolometrischem und photometrischem Wege;
von O. Lummer und E. Pringsheim.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 1. März 1901.)

(Vgl. oben S. 28.)

Durch spectrobolometrische Untersuchungen hatten wir gefunden[1], dass sowohl für den schwarzen Körper wie für das blanke Platin die Gleichung gilt:

$$\lambda_m T = \text{const.}, \tag{1}$$

wo λ_m die Wellenlänge bedeutet, bei der die Energiecurve für die absolute Temperatur T ihr Maximum hat. Der Wert der Constanten ist für den schwarzen Körper 2940 und für das blanke Platin 2630. Hat man also aus einer Energiecurve den Wert von λ_m bestimmt, so folgt die zugehörige Temperatur

$$T = \frac{2940}{\lambda_m} \quad \text{bez.} \quad \frac{2630}{\lambda_m},$$

je nachdem der strahlende Körper der schwarze oder blankes Platin ist.

Auf diese Beziehungen haben wir eine Methode der Temperaturbestimmung gegründet, welche für alle Körper anwendbar ist, deren Strahlungseigenschaften zwischen denen des Platins und des schwarzen Körpers liegen.

Man bestimmt für den Körper die der unbekannten Temperatur zugehörige Energiecurve und aus ihr die Lage λ_m des Maximums. Die gesuchte Temperatur liegt dann zwischen den Grenzwerten:

$$T_{\max} = \frac{2940}{\lambda_m} \quad \text{und} \quad T_{\min} = \frac{2630}{\lambda_m},$$

---

1) O. Lummer und E. Pringsheim, Verhandl. d. Deutschen Physikal. Gesellsch. 1. p. 23—41 u. p. 215—235. 1899; 2. p. 163—180. 1900.

Unter der Voraussetzung, dass die Kohle, die in der Nernstlampe und im Auerstrumpf glühenden Substanzen der genannten Klasse Platin–Schwarzer Körper angehören, erhielten wir so die folgenden Werte:

Tabelle I.

	λ_m	T_{max}	T_{min}
Bogenlampe	0,7 μ	4200° abs.	3750° abs.
Nernstlampe	1,2	2450	2200
Gasglühlicht	1,2	2450	2200
Glühlampe	1,4	2100	1875
Kerze	1,5	1960	1750
Argandlampe	1,55	1900	1700

Diese Angaben beziehen sich auf normale Glühzustände.

Die Nernstlampe und eine starkfadige Glühlampe haben wir auch bei anderen Glühzuständen untersucht, welche durch die Stromstärke und Spannung definirt und festgehalten waren.

Bei allen untersuchten Lichtquellen zeigt die Form der Energiecurve eine grosse Annäherung an die des schwarzen Körpers.

Als Beispiel hierfür ist in Fig. 1 die beobachtete und die theoretisch berechnete Curve[1]) für einen gewissen Glühzustand der Nernstlampe und der starkfadigen Glühlampe nebeneinander eingetragen. Da, wo bei letzterer die beobachtete Curve unter die theoretische sinkt, setzt die Absorption der Glashülle ein, wie besondere Versuche gezeigt haben.

In dem bisher untersuchten Wellenlängengebiet sind nach diesen Versuchen die in den angeführten Lichtquellen leuchtenden Substanzen mit grosser Wahrscheinlichkeit zur Klasse Platin—Schwarzer Körper zu rechnen.

Zwar liegen die Grenzwerte dieser Temperaturbestimmung ziemlich weit auseinander; dafür ist aber auch die Wahrscheinlichkeit sehr gross, dass sie den wahren Wert einschliessen.

1) Diese Curven sind vor etwa $1^1/_2$ Jahren beobachtet und nach der Wien'schen Spectralgleichung berechnet, welche bei der Kleinheit der vorkommenden Producte λT für diesen Zweck beibehalten werden kann. Noch besser würde sich die theoretische Curve zumal beim absteigenden Aste der beobachteten anschmiegen, wenn man sie z. B. nach der Planck'schen Formel berechnet hätte. (Vgl. p. 39.)

Die Fehlergrenze würde eine kleinere werden, sobald man wüsste, ob der untersuchte Körper in seinen Strahlungseigenschaften mehr dem schwarzen Körper oder dem blanken Platin ähnelt. Wir haben einige Methoden angegeben, welche auch diese schwierige Frage zu entscheiden geeignet sein dürften.

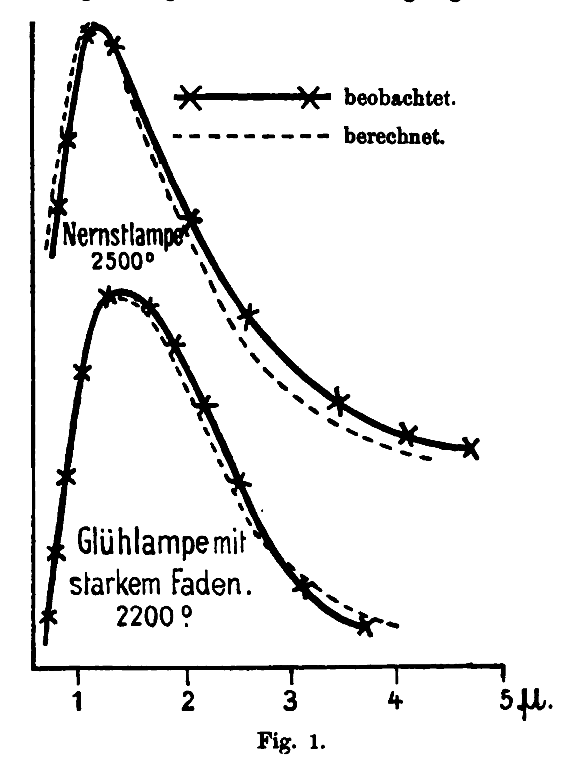


Fig. 1.

Aber auch ohne die Schwärze der Strahlungskörper zu kennen, kann man in manchen Fällen die Fehlergrenze verkleinern durch Anwendung einer rein photometrischen Methode der Temperaturbestimmung. Diese von Becquerel, Crova und Le Chatelier[1]) eingeführte Methode ist von H. Wanner[2]) unter Zugrundelegung der Isochromaten des schwarzen Körpers zur Temperaturbestimmung der Bogenlampe und der Zirkonlampe verwertet worden. Wanner bestimmt diese Isochro-

1) Le Chatelier u. Boudouard, Températures élevées, Paris 1900.
2) H. Wanner, Ann. d. Phys. 2. p. 141—157. 1900.

maten für die sichtbaren Wellen und extrapolirt sie, als ob die WIEN'sche Spectralgleichung:

$$E = \frac{C\lambda^{-5}}{e^{\frac{c}{\lambda T}}} \tag{2}$$

die schwarze Strahlung vollkommen darstelle. Als Stütze für diese Annahme dienten ihm die spectrobolometrischen Versuche von F. PASCHEN[1]), welcher erwiesen zu haben glaubte, dass die WIEN'sche Spectralgleichung innerhalb der Wellenlängen von 0,7 μ bis 9,2 μ und im Temperaturbereich von 400° bis 1600° abs. gültig ist. Nach Gleichung (2) müssten die Isochromaten für alle Wellenlängen vollkommen gerade Linien sein, falls man sie in folgender Form aufträgt:

$$\log E = f(1/T).$$

Im Gegensatz hierzu zeigten unsere spectrobolometrischen Versuche, dass die WIEN'sche Gleichung nicht allgemein gültig ist. Wir fanden vielmehr, dass die Isochromaten gekrümmte Linien sind. Auf Grund unserer Versuche und in Anlehnung an seine Theorie hat neuerdings M. PLANCK[2]) die Spectralgleichung WIEN's durch die folgende ersetzt:

$$E = \frac{C\lambda^{-5}}{e^{\frac{c}{\lambda T}} - 1}, \tag{3}$$

welche den Verlauf der gekrümmten Isochromaten, soweit es sich um die einwandsfreien Beobachtungen handelt[3]), gut wiedergiebt und auch unsere Energiecurven bedeutend besser darstellt als die WIEN'sche Gleichung.

Daher ist zu erwarten, dass die PLANCK'sche Gleichung, auch wenn man sie über den erwiesenen Gültigkeitsbereich hinaus extrapolirt, richtigere Resultate ergeben wird als die WIEN'sche. Dieser Gültigkeitsbereich ist aber nicht begrenzt durch die Werte von λ und T, auf welche sich die Beobach-

1) F. PASCHEN, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 405—420. 1899 und p. 959—976. 1899. Neuerdings findet auch PASCHEN (Ann. d. Phys. 4. p. 277—298. 1901), dass die WIEN'sche Gleichung nicht allgemein gültig ist. Seine Arbeiten werden wir an anderem Orte näher beleuchten.

2) M. PLANCK, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 2. p. 202 bis 204 u. p. 237—245. 1900; Ann. d. Phys. 4. p. 553—563. 1901.

3) Vgl. auch H. RUBENS und F. KURLBAUM, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 929—941. 1900.

tungen beziehen, sondern allein das Product λT ist hierfür massgebend. Dies folgt aus dem BOLTZMANN-WIEN'schen Gesetz:

$$E = T^5 \varphi(\lambda . T), \tag{4}$$

welches man als experimentell und theoretisch[1]) wohlbegründet ansehen kann. Der Gültigkeitsbereich der WIEN'schen Spectralgleichung ist nach unseren Versuchen ein sehr kleiner. An allen Stellen, wo das Product λT den Wert 3000 überschreitet, haben wir merkbare Abweichungen von dieser Gleichung beobachten können. Diese betragen für $\lambda T = 3000$ nahe 1 Proc. und steigen bei den höchsten von uns erreichten Producten bis auf mehr als 50 Proc. an.

Was nun das sichtbare Gebiet anlangt, so liegen hier noch keine spectrobolometrischen Versuche vor. Nimmt man aber an, dass das Gesetz (4) auch für die sichtbaren Wellen gilt, so kann man schliessen, dass für sie die PLANCK'sche Gleichung bis zu den höchsten Temperaturen anwendbar ist. Aber auch die WIEN'sche Gleichung wird hier noch bis zu etwa 6000° anwendbar sein, da für $\lambda = 0{,}6\ \mu$ das Product λT erst für $T = 5000°$ den Wert 3000 erreicht.

Damit stehen die photometrischen Versuche von PASCHEN und WANNER[2]) in guter Uebereinstimmung. Die von ihnen spectralphotometrisch beobachteten „schwarzen" Isochromaten folgen vollkommen der WIEN'schen Formel.

Da aber der von PASCHEN und WANNER benutzte schwarze Körper nicht einwandfrei ist, denn nur so sind die grossen Fehler der PASCHEN'schen Beobachtungen im unsichtbaren Gebiet begreiflich, so hielten wir es für geboten, diese photometrischen Messungen mit dem von uns bisher benutzten elektrisch geglühten schwarzen Körper zu wiederholen.

Die Versuchsanordnung war folgende. Vor dem einen Spalt des LUMMER-BRODHUN'schen Spectralphotometers[3]) befand

---

1) L. BOLTZMANN, Wied. Ann. 22. p. 31 u. 291—294. 1884; W. WIEN, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. p. 55—62. 1893; Wied. Ann. 52. p. 132—165. 1894; M. THIESEN, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 2. p. 67. 1900.

2) F. PASCHEN und H. WANNER, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 5—11. 1899; H. WANNER, l. c.

3) O. LUMMER und E. BRODHUN, Zeitschr. f. Instrumentenk. 12. p. 133—140. 1892.

sich der elektrisch geglühte schwarze Körper[1]), vor dem anderen eine matt geschliffene Glasplatte, welche fest verbunden war mit einer auf constanter Stromstärke gehaltenen Glühlampe. Beide Spalte hatten stets gleiche Breite, während der

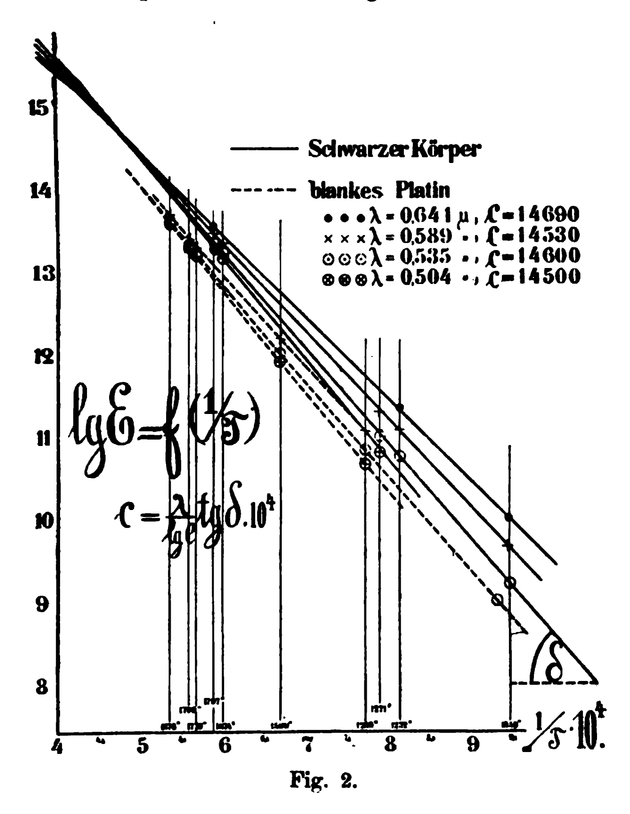


Fig. 2.

Ocularspalt als Basis der abbildenden Strahlenbüschel der jeweiligen Helligkeit angepasst wurde. Vor beiden befanden sich fest mit ihnen verbundene Behälter, in welche Rauchgläser eingeschoben werden konnten. Ausserdem war das eine Collimatorrohr mit einem rotirenden Sector[2]) versehen, welcher

1) O. Lummer und F. Kurlbaum, Verhandl. der Phys. Gesellsch. zu Berlin. 17. p. 106—111. 1898.

2) O. Lummer und E. Brodhun, Zeitschr. f. Instrumentenk. 16. p. 299—307. 1896.

Schwächungen im Verhältnis von 100 zu 1 zu messen erlaubte. Die Grösse des Sectors konnte während der Rotation verändert und abgelesen werden[1]); die photometrische Einstellung (auf gleichen Contrast) erfolgte stets mittels des Sectors. Auch die Absorption der einzelnen Rauchgläser für die benutzten Wellenlängen wurde mit Hülfe dieses Sectors bestimmt.

Die so erhaltenen Resultate sind in der Fig. 2 eingetragen, in welcher die Ordinaten $\log E$ und die Abscissen $1/T$ darstellen.

Aus ihr erkennt man, dass für den schwarzen Körper diese Isochromaten gerade Linien sind. Berechnet man aus ihnen den Wert der Exponentialconstanten c der PLANCK'schen Spectralgleichung, so erhält man folgende Zahlen:

Tabelle II.

λ	0,504 μ	0,535 μ	0,589 μ	0,641 μ
c	14500	14600	14530	14690

Es ist c also thatsächlich eine Constante. Ihr Wert muss ausserdem der Bedingung gehorchen:

$$c = 4{,}965\, \lambda_m T.$$

Nach unseren spectrobolometrischen Versuchen ist $\lambda_m T = 2940$ also müsste gelten:

$$c = 4{,}965 \,.\, 2940 = 14600\,.$$

Da der Mittelwert der photometrisch bestimmten c gleich 14580 ist, so muss die Uebereinstimmung als eine vorzügliche bezeichnet werden.

Nach der WIEN'schen Gleichung müsste $c = 5\, \lambda_m T$ sein, also gleich 14700. Die Uebereinstimmung dieser Zahl mit der beobachteten zeigt wiederum, dass die WIEN'sche Spectralgleichung immer dann gilt, wenn das Product λT den Wert 3000 nicht überschreitet.

---

1) E. BRODHUN, Zeitschr. f. Instrumentenk. 17. p. 10—14. 1897.

Im sichtbaren Gebiet ist es für alle vorkommenden irdischen Temperaturen also fast ganz gleichgültig, ob man die PLANCK'sche oder die WIEN'sche Spectralgleichung benutzt.

Hierdurch ist für uns die Grundlage der photometrischen Temperaturbestimmung unter Benutzung der „schwarzen“ Isochromaten sicher gestellt.

Man ersetzt in der beschriebenen Versuchsanordnung den schwarzen Körper durch die zu untersuchende Lichtquelle und beobachtet cet. par. die photometrische Intensität für die oben angegebenen Wellenlängen. Die Logarithmen dieser Intensitäten trägt man als Ordinaten in die zugehörigen, genügend verlängerten Isochromaten der schwarzen Strahlung ein und erhält so für jede Wellenlänge eine gewisse Temperatur.

Diese Temperaturen würden für alle Wellenlängen einander gleich sein und mit der wahren Temperatur der Lichtquelle übereinstimmen, falls der in ihr glühende Körper ein vollkommen schwarzer ist. Wendet man diese Methode auf nichtschwarze Körper an, so erhält man notwendig zu niedrige Temperaturangaben.

Um ein Urteil über die Fehlergrenze dieser Methode zu gewinnen, haben wir auch hier das blanke Platin dem schwarzen Körper gegenübergestellt. Als Strahlungsquelle diente ein ringsum geschlossener Platinkasten[1]), in dessen Inneres ein LE CHATELIER'sches Thermoelement isolirt eingeführt war. Die Temperatur des strahlenden Platins konnte also direct gemessen werden. Die so gefundenen Isochromaten sind in Fig. 2 als punktirte Linien eingetragen. Die Temperatur wurde ausserdem nach der oben angegebenen Methode mit Hülfe der „schwarzen“ Isochromaten berechnet, wobei richtige Werte nur zu erwarten wären, falls die Strahlung des blanken Platins mit der des schwarzen Körpers übereinstimmen würde. Die direct beobachteten und die berechneten Temperaturen sind in Tab. III für eine relativ niedrige und für die höchste beobachtete Temperatur angegeben.

---

1) O. LUMMER u. F. KURLBAUM, Verhandl. d. Phys. Gesellsch. zu Berlin 17. p 106. 1898.

Tabelle III.

$T_{\text{beob.}} = 1100^{\circ}$ abs.

λ	0,641	0,589	0,535	0,504
$T_{\text{ber.}}$	1051°	1055°	1058°	1068°
$T_{\text{beob.}} - T_{\text{ber.}}$	49	45	42	32

$T_{\text{beob.}} = 1876^{\circ}$ abs.

λ	0,641	0,589	0,535	0,504
$T_{\text{ber.}}$	1748°	1770°	1767°	1773°
$T_{\text{beob.}} - T_{\text{ber.}}$	128	106	109	103

Innerhalb der einzelnen Reihen weichen die berechneten Werte nur wenig voneinander ab. Aus der guten Uebereinstimmung der aus verschiedenen Wellenlängen berechneten Temperaturen darf demnach nicht geschlossen werden, dass der untersuchte Leuchtkörper schwarz ist. Diesen Trugschluss begeht WANNER. Er beobachtete nach dieser Methode die Bogenlampe und die Zirkonlampe und fand, dass die verschiedenen von ihm gewählten Wellenlängen nahe gleiche Temperatur ergaben. Daraus schloss er, dass auch Zirkon ein nahe schwarzer Körper sei. Man würde so nach unseren Versuchen zu der Folgerung verleitet werden, dass blankes Platin ein schwarzer Körper sei, obwohl die Energie des blanken Platins an keiner Stelle der beobachteten Isochromaten die Hälfte derjenigen des schwarzen Körpers erreicht.

Dass diese Methode selbst für einen so wenig schwarzen Körper annähernd richtige Werte liefert, liegt lediglich an dem ausserordentlich schnellen Fortschreiten der photometrischen Helligkeit mit der Temperatur. So tritt z. B. für die Wellenlänge 0,589 μ schon eine Verdoppelung der Helligkeit des schwarzen Körpers ein, wenn die Temperatur von 1800° auf 1875° abs. steigt.

Dieses Fortschreiten ist beim Platin noch grösser als beim schwarzen Körper. Die isochromatischen Curven von Platin

verlaufen nämlich eher steiler als die schwarzen Isochromaten und erweisen sich bei genauerer Prüfung, zumal bei den hohen Temperaturen, ein wenig gekrümmt, und zwar convex zur $1/T$ Axe. Bei höheren Temperaturen sind demnach kleinere Fehler der photometrischen Temperaturbestimmung zu erwarten, als bei niedrigen.

Die Fehler dieser Temperaturbestimmung werden bei allen anderen Körpern der Klasse Platin–Schwarzer Körper notwendig kleiner sein als beim Platin. So wird man z. B. für Kohle erwarten dürfen auf diese Weise einen Minimalwert der Temperatur zu erhalten, welcher dem richtigen Werte sehr nahe liegt.

Wir haben daher dieselbe starkfadige Glühlampe, deren Temperatur wir früher bei verschiedenen Glühzuständen nach unserer spectrobolometrischen Methode bestimmt hatten, auch spectrophotometrisch untersucht. In der Tab. IV sind die Resultate beider Methoden für einige Glühzustände nebeneinandergestellt.

Tabelle IV.

Glühzustand	Spectralphotometer		Spectralbolometer	
	Wellenlänge	T	T_{max}	T_{min}
9,46 Amp. 12,5 Volt	0,641	1754° abs.	1840° abs.	1640° abs.
	0,589	1760		
	0,535	1760		
	0,504	1760		
	Mittel:	1759° abs.		
12,87 Amp. 16,3 Volt	0,641	2058° abs.	2100° abs.	1879° abs.
	0,589	1996		
	0,535	2058		
	Mittel:	2037° abs.		
15,12 Amp. 20,0 Volt	0,641	2213° abs.	2300° abs.	2055° abs.
	0,535	2188		
	0,504	2169		
	Mittel:	2190° abs.		

Bei allen photometrisch erhaltenen Temperaturen ist die Lichtschwächung durch die Glashülle der Glühlampe nicht in Rechnung gezogen, da die anderen Fehler, welche durch das ungleichmässige Glühen des dicken Kohlefadens und somit durch die Stellung der Lampe hervorgerufen werden, viel grösser sind. Würde man wegen dieser Lichtverluste die beobachteten photometrischen Intensitäten um 9 Proc. erhöhen, so würden alle diese Werte sich nur um etwa 10 Grad erhöhen. Man sieht daraus, dass es sehr wenig auf die Genauigkeit der Photometrie ankommt.

Da man über die Schwärze der Glühlampenkohle nichts weiss, so kann man mit Sicherheit nur aussagen, dass die wahre Temperatur zwischen dem bolometrisch bestimmten Werte T_{max} und dem photometrischen Mittelwerte liegt. Nimmt man die Mittel aus diesen beiden Werten, so kann man sicher sein, keinen Fehler grösser als 35^0, 27^0 und 50^0 gemacht zu haben.

Bei genauerer Betrachtung der Fig. 2 dürfte es auffallen, dass sich die verlängerten schwarzen Isochromaten nahezu in einem Punkte schneiden. Falls die bei der Gewinnung der Isochromaten benutzte Vergleichslichtquelle ein schwarzer oder auch nur ein grauer Körper ist, müssen sich die Isochromaten notwendig in einem Punkte kreuzen, und zwar an derjenigen Stelle, welche der Temperatur der Vergleichslichtquelle zukommt. Da bei unseren Versuchen noch die freilich geringen selectiven Einflüsse der Mattscheibe mitwirken, so wollen wir aus der erwähnten Thatsache noch keine endgültigen Schlüsse auf die Schwärze und Temperatur der benutzten Vergleichsglühlampe ziehen. Vielleicht aber dürfte hieraus eine neue Methode der Temperaturbestimmung sich entwickeln lassen, welche auch anwendbar wäre in allen den Fällen, wo die beschriebene Methode Schwierigkeiten begegnet. Es wäre dies z. B. beim Auer'schen Gasglühlicht der Fall, wo bei der oben beschriebenen Methode ausser der photometrischen Messung noch eine Ausmessung der Dimensionen notwendig ist.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. **Nr. 5.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 29. März 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Hr. **C. L. Weber** entwickelte

einen Vorschlag zu der Aufgabe Compassablesungen zu übertragen.

Hr. **W. Jaeger** sprach dann

zur Thermochemie der Normalelemente mit verdünnter Lösung.

Als Mitglied in die Gesellschaft wurde aufgenommen:

Hr. Dr. W. Leick, Gross-Lichterfelde.

Beitrag zur Thermochemie der Normalelemente mit verdünnter Lösung; von W. Jaeger.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

(Vorgetragen in der Sitzung vom 29. März 1901.)

(Vgl. oben S. 47.)

In seinen Arbeiten über die Thermodynamik der Normalelemente[1]) hat Hr. E. Cohen gezeigt, in welcher Weise die Berechnung der Lösungswärme bei Elementen durchgeführt werden muss, wenn Hydrate als Bodenkörper des Elektrolytes vorhanden sind. Es ergab sich dabei, dass die von der Reichsanstalt aufgestellten Temperaturformeln für das stabile und das metastabile Clarkelement, sowie für das Weston'sche Cadmiumelement mit concentrirter Lösung, die zum Teil auch von anderer Seite bestätigt sind, sich in guter Uebereinstimmung befinden mit den thermochemischen Daten von Thomsen und anderen Beobachtern für die Bildungswärmen und Lösungswärmen der betreffenden Salze.

Diese Berechnung lässt sich auch in etwas anderer Weise ausführen, die für die im Folgenden angestellten Betrachtungen gewisse Vorteile bietet. Durch Messungen an Elementen mit einem verdünnten Elektrolyt, der bei einer bestimmten Temperatur gesättigt wird, kann man dann die Lösungswärme des betreffenden Salzes bei der dieser Temperatur entsprechenden Concentration, sowie die Löslichkeit desselben für diese Temperatur berechnen. Umgekehrt kann man auch aus den verschiedenen Lösungswärmen etc., ohne Kenntnis der Dampfspannungen der Lösungen, die Temperaturcurve der Elemente mit verdünnter Lösung aus derjenigen eines Elementes mit gesättigter Lösung und mit einem festen Hydrat als Bodenkörper berechnen. Von praktischer Bedeutung ist diese Frage besonders für die von der Weston-Co. ausgegebenen Cadmium-

1) E. Cohen, Zeitschr. f. physik. Chem. **34.** p. 62 u. 612. 1900.

elemente, welche bekanntlich eine bei $+4^{0}$ gesättigte Lösung von Cadmiumsulfat ohne Gegenwart eines festen Bodenkörpers enthalten.

Denkt man sich zwei Elemente gegeneinander geschaltet, von denen das eine einen gesättigten Elektrolyt mit einem Hydrat als Bodenkörper enthält, das andere dagegen einen bei einer bestimmten Temperatur T_0 gesättigten Elektrolyt ohne Bodenkörper, so unterscheiden sich die chemischen Energien derselben nur durch die betreffenden Lösungswärmen. Bezeichnet man die Lösungswärmen mit l und versieht die Werte für das Element mit Bodenkörper mit dem Index c, diejenigen des anderen mit v, so erhält man aus der bekannten HELMHOLTZ'schen Gleichung:

$$\frac{l_c - l_v}{46000} = E_c - E_v - T\left[\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_c - \left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_v\right]. \tag{1}$$

Hierin sind E die elektromotorischen Kräfte in Volt, T die absoluten Temperaturen; die Lösungswärmen (in Grammcalorien) sind auf das Grammmolecül bezogen. Am Durchschnittspunkt der Temperaturcurven beider Elemente ($T = T_0$) ist $E_c = E_v$ und man kann die Differenz der Lösungswärmen aus der Differenz der Temperaturcoefficienten berechnen.

Unter Benutzung der von Hrn. COHEN (l. c.) aufgestellten Betrachtungen ist nun zu setzen

$$l_c = \frac{A}{A-n} H - \frac{n}{A-n} l, \tag{2}$$

wenn H die Bildungswärme des betreffenden Hydrats von n Molecülen Wasser bedeutet, A die Anzahl Molecüle Wasser, welche in der gesättigten Lösung bei der Temperatur T_0 mit einem Molecül des Anhydrids verbunden sind. Wenn nämlich durch den Strom 1 Grammmolecül des Anhydrids gebildet werden, so entzieht dies der Lösung n Molecüle Wasser zur Hydratbildung, sodass noch $n/(A-n)$ Molecüle Hydrat auszukrystallisiren gezwungen werden. Ferner ist noch l die Lösungswärme von 1 Grammmolecül des Anhydrids in einer unendlich grossen Menge der Lösung, welche 1 Molecül Anhydrid auf A Molecüle Wasser enthält. Bei der Temperatur T_0, bei der die Elektrolyte beider Lösungen gesättigt sind, ist l und l_v

dieselbe Grösse, man erhält also aus Gleichung (1) die folgende Beziehung:

$$(3) \qquad \frac{A}{A-n}\left(\frac{H-l}{46000}\right) = T_0\left[\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_v - \left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_c\right].$$

Die Grösse $l - H$ ist aber die Lösungswärme des betreffenden Hydrats; diese Lösungswärme kann man also aus Gleichung (3) berechnen. Dieselbe muss nach der Gleichung negativ sein, wenn die Concentration der Lösung mit der Temperatur wächst.

Andererseits folgt aus der HELMHOLTZ'schen Gleichung:

$$46000\left(\frac{\partial^2 E}{\partial T^2}\right) = -\frac{1}{T}\cdot\frac{\partial Q}{\partial T},$$

wenn Q die chemische Gesamtenergie bedeutet. Bei einem Element mit verdünnter Lösung ist $\partial Q/\partial T$ in weiten Grenzen Null, sodass also die elektromotorische Kraft eines solchen Elementes eine lineare Function der Temperatur sein muss; dies hat sich auch in weiten Temperaturgrenzen bestätigt. Eine Abweichung vom geradlinigen Verlauf würde heissen, dass die Bildungswärmen und Lösungswärmen von der Temperatur abhängen.

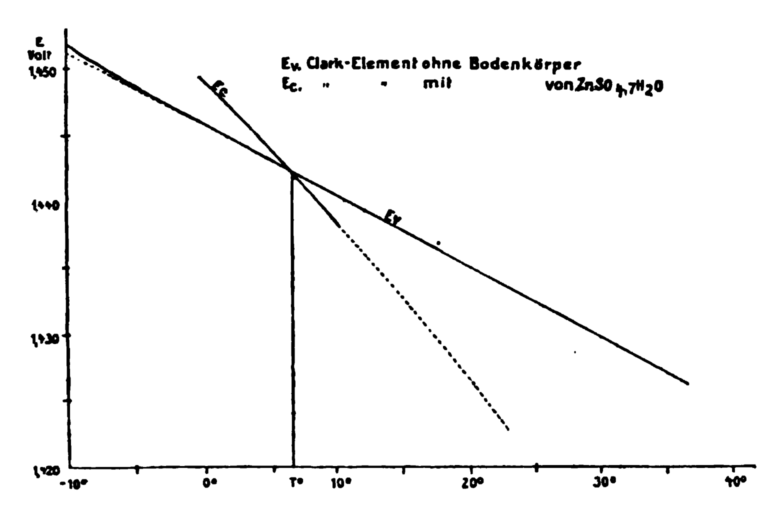
Ich habe nun ein Clarkelement hergestellt, dessen Elektrolyt eine durch Analyse bestimmte Concentration von 45,36 g $ZnSO_4$ auf 100 g Wasser enthielt. Nach den Messungen von COHEN entspricht diese Concentration einer bei etwa $+6,4^0$ gesättigten Lösung.

Die elektromotorische Kraft dieses Elementes wurde zwischen -10^0 und $+40^0$ gemessen, wobei auch in der tiefen Temperatur keine Auskrystallisation erfolgte. Erst nach Einbringen einer Spur eines Zinksulfatkrystalles schieden sich nach längerer Zeit Krystalle aus und das Element verhielt sich nun auch oberhalb des Sättigungspunktes wie ein normales Clarkelement. Der Durchschnittspunkt der so erhaltenen Curven liegt bei $+6,75^0$ und entspricht der elektromotorischen Kraft von 1,44220 Volt. Es ist notwendig, den Durchschnittspunkt an demselben Element auf diese Weise zu bestimmen, da verschiedene Elemente individuelle Abweichungen zeigen, sodass der Durchschnittspunkt der elektromotorischen Kraft verschiedener Elemente nicht richtige Werte zu liefern braucht.

In der folgenden Figur entsprechen die ausgezogenen Linien den Beobachtungen, die punktirten Linien den beiden Formeln:

$$
(4)\quad \begin{cases} E_v = 1{,}44220 - 0{,}0005300\,(t - 6{,}75^0) \quad \text{(geradlinig)} \\ E_c = 1{,}43280 - 0{,}00119\,(t - 15^0) - 0{,}000007\,(t - 15^0)^2. \end{cases}
$$ [1]

Die Temperaturcurve für das Element mit verdünnter Lösung (E_v) ist von 0 bis nahe 40° geradlinig, nur in der Nähe von -10^0 zeigen sich Abweichungen von geradlinigem



Verlauf; diese können aber auch damit zusammenhängen, dass die Auskrystallisation des Hydrats schon begonnen hatte, was auch mit dem Sinn der Abweichung übereinstimmen würde. Daher kann man hieraus noch nicht mit Bestimmtheit schliessen, dass die Bildungs- und Lösungswärmen an dieser Stelle einen anderen Wert haben, als in dem übrigen Temperaturverlauf.

Um aus diesen Temperaturformeln (4) die Lösungswärmen des Heptahydrats des Zinksulfats zu berechnen, ist in Gleichung (3) zu setzen $A = 19{,}77$ (nach der Analyse des Elektrolyts), $n = 7$ (da das Hydrat $ZnSO_4\ 7H_2O$ ist), $T = 279{,}75^0$.

Man erhält also für die Lösungswärme des Heptahydrats (in einer Lösung von 1 Molecül $ZnSO_4$ auf 19,77 Molecüle

1) Vgl. W. Jaeger u. K. Kahle, Zeitschr. f. Instrumentenk. 18, p. 161. 1898; Wied. Ann. 65. p. 926. 1898.

Wasser) $-(H-l) = -4527$ Cal. Da nach THOMSEN für das Heptahydrat des Zinksulfats die Hydratwärme = 22690 Cal. ist, so ergiebt sich die Lösungswärme des Anhydrids ($ZnSO_4$) $l = 18160$ Cal. für $A = 19{,}77$ ($t = 6{,}75^0$).

Nach Gleichung (2) folgt dann weiter

$$l_c = \frac{A}{A-7} H - \frac{7}{A-7} l = 25170 \text{ Cal.}$$

für ein Element mit Heptahydrat des Zinksulfats bei $6{,}75^0$. Da ferner (COHEN l. c.) für die Bildungswärme des $ZnSO_4$ und Hg_2SO_4 die Zahlen 230070 (THOMSEN) und 175000 (VARET) zu setzen sind, so ist die gesamte chemische Energie eines solchen Elementes bei $6{,}75^0$ gleich

$$Q = 55070 + 25170 = 80240 \text{ Cal.}$$

Andererseits ergiebt sich aus den Formeln (4) mit Hülfe der HELMHOLTZ'schen Gleichung dieselbe Grösse aus elektrischen Daten zu 80170 Cal. Beide Berechnungen befinden sich in vollkommener Uebereinstimmung.

Aus Gleichung (1) in Verbindung mit (2) lässt sich nun weiter die Lösungswärme l auch für andere Temperaturen berechnen, da nach (4) E für beide Elemente als Function der Temperatur bekannt ist und l_v die Grösse l für $T = T_0$, also hier gleich 18160 Cal. ist. Die Lösungswärme für die Concentration $A = 19{,}77$ lässt sich aus den Verdünnungswärmen, welche THOMSEN für Zinksulfatlösungen gegeben hat, nicht scharf berechnen, da diese nur bis zur Concentration $A = 20$ reichen. Jedoch ergiebt eine Extrapolation keinen sehr abweichenden Wert.

Der Versuch mit dem hier beschriebenen Element liefert also die Löslichkeit des Zinksulfats bei $6{,}75^0$ zu 45,36 g des Anhydrids auf 100 g Wasser (nach anderen Beobachtern entspricht diese Löslichkeit der Temperatur von $6{,}4^0$) und die Lösungswärme des Zinksulfat-Heptahydrats in seiner gesättigten Lösung bei derselben Temperatur zu -4527 Cal. Ferner ergiebt sich vollkommene Uebereinstimmung zwischen der aus calorischen und elektrischen Daten berechneten chemischen Energie des Elementes mit Bodenkörper bei $6{,}75^0$.

Wenn man den Temperaturcoefficienten eines Elementes ohne Bodenkörper bestimmt, das eine bei 39^0 (dem Umwand-

lungspunkt des Zinksulfats) gesättigte Lösung enthält, so kann man daraus mit Hülfe der früher für das stabile und metastabile Clarkelement angegebenen Temperaturformeln[1]) noch die Differenz der Hydratwärmen für das Hepta- und Hexahydrat des Zinksulfats berechnen, da im Durchschnittspunkte die Löslichkeiten, die Lösungswärmen l und die elektromotorischen Kräfte der drei in Betracht kommenden Elemente gleich sind.

Es sind noch weitere Versuche im Gang, deren Resultate ich zugleich mit noch anderen Consequenzen aus den vorstehenden Betrachtungen in einer ausführlicheren Veröffentlichung mitzuteilen gedenke.

Charlottenburg, 27. März 1901.

1) W. Jaeger, Wied. Ann. **63.** p. 354. 1897.

Ueber Schallgeschwindigkeit in Luft bei hoher Temperatur;
von E. H. Stevens.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 15. März 1901.)
(Vgl. oben S. 25.)

In einer vor kurzem veröffentlichten Dissertation[1]) habe ich Versuche beschrieben, deren Zweck die Untersuchung der Schallgeschwindigkeit bei hoher Temperatur war. Es wurde nämlich die viertel Wellenlänge eines Tones von bekannter Tonhöhe in einem langen, aus Porzellan bestehenden Interferenzrohr dadurch gemessen, dass man ein enges Hörrohr in dem Interferenzrohr verschiebt, bis man die erste Stelle der verschwindenden oder minimalen Tonstärke bestimmt hat, was nach einiger Uebung mit überraschender Genauigkeit zu bewerkstelligen ist. Die Entfernung dieser Stelle vom Boden des Interferenzrohres ist bekanntlich gleich der viertel Wellenlänge des benutzten Tones. Um den Einfluss der Röhrenwand zu berücksichtigen, war es nötig, die Messungen in zwei Interferenzrohren von verschiedenem Durchmesser auszuführen. Aus den so gefundenen Resultaten lässt sich dann mittels der bekannten Kirchhoff'schen Formel die Schallgeschwindigkeit in freier Luft berechnen. Die Interferenzrohre wurden in einem Kohlenofen erhitzt, womit eine Temperatur von etwa 950^0 erreicht wurde, welche mittels eines von der Reichsanstalt calibrirten Thermoelementes aus Platin gegen Platin-Rhodium (10 Proc.) gemessen wurde. Bei dieser Temperatur wurde die Schallgeschwindigkeit zu 686 m/sec statt des theoretischen Wertes 701,8 m/sec gefunden, und daraus folgt das Verhältnis k der specifischen Wärmen bei constantem Druck und constantem Volumen gleich $1{,}34 \pm 0{,}01$. Da nun dieses Resultat von Bedeutung ist, und ausserdem die Untersuchung in der eben geschilderten Form sehr beschwerlich und nicht auf andere Temperaturgebiete anwendbar war, so habe ich dieselbe in weit umfassenderen Grenzen und auf viel bequemerem Wege wiederholt, wofür ich meinem hochverehrten Lehrer,

1) E. H. Stevens, Inaug.-Diss., Heidelberg 1900.

Hrn. Geheimrat Prof. Quincke, der mir alle Hülfsmittel des Heidelberger Universitäts-Laboratoriums bereitwilligst zur Verfügung stellte, zu grossem Dank verpflichtet bin. Die Versuche wurden im Winter 1898—1899 gemacht.

Die Hauptverbesserung besteht darin, dass ich die Interferenzrohre in einem elektrischen Ofen habe erhitzen können. Zu dem Zwecke wurde jedes Porzellanrohr mit zwei Hitzspiralen aus Nickeldraht derart umwickelt, dass die Windungen der einen Spirale zwischen denen der zweiten Spirale lagen. Zur Isolirung der Windungen voneinander diente eine Asbestschnur, die gleichfalls in zwei Spiralen zwischen den Windungen der Drahtspiralen gewickelt wurde. Das Rohr wurde dann mehrmals mit Asbestpapier lose eingehüllt, und das Ganze mit einem polirten Messingrohr umgeben. Ueber die ziemlich complicirten Einzelheiten bezüglich der Befestigung und Schaltungsweise dieser Hitzdrahtspiralen werde ich an anderer Stelle berichten. Hier sei nur erwähnt, dass die Benutzung von zwei Spiralen folgende Vorteile hat. Man kann nämlich beim Anheizen die Spiralen erst hintereinander, und nur später, wenn alles schon heiss ist, parallel einschalten, und damit eine bedeutende Ersparnis an Strom erreichen. Zweitens kann man es so einrichten, dass bei jeder Schaltungsweise der Strom in entgegengesetzter Richtung durch die zwei Spiralen fliesst, und keinen merklichen Einfluss auf die Magnetnadel des zur thermoelektrischen Temperaturmessung benutzten Galvanometers ausübt, was bei den starken Strömen (bis 30 Amp.) sehr wichtig ist. Andererseits war das regelmässige Umwickeln der zwei Spiralen auf der glatten Oberfläche des Porzellans schwierig, und in der That zeigte es sich, dass die Temperaturverteilung längs des Rohres nicht so gleichförmig war wie man hätte wünschen können. Sonst hat sich die ganze Anordnung vortrefflich bewährt. Bei jedem Rohr war der elektrische Ofen lang genug, um bei der höchsten Temperatur ein zwei Minimalstellen fassendes Stück zu erhitzen. Es wurde also nicht die viertel, sondern die halbe Wellenlänge gemessen. Diese halbe Wellenlänge ist bedeutend weniger veränderlich und viel zuverlässiger als die viertel Wellenlänge, was ich ausführlich in meiner Dissertation nachgewiesen habe.

Mit den mir zur Verfügung stehenden Mitteln wäre es

wohl möglich gewesen, die Temperatur bis über 1200° zu treiben. Allein bei einem Versuch in der Nähe von 1100° ist ein kurzes Stück des Hörrohres an die Wand des Interferenzrohres angeschmolzen, weshalb ich mich mit Temperaturen bis etwa 1000° begnügt habe. Es wurde also in jedem Rohr eine Reihe von etwa sechs Beobachtungssätzen zwischen 300 und 1000° gemacht, wobei ich jedesmal mindestens drei-, häufig aber fünf- oder sechsmal sowohl die halbe Wellenlänge als auch die Temperatur maass. Aus den die Resultate darstellenden, in sehr grossem Maassstabe gezeichneten Curven lässt sich die Schallgeschwindigkeit in den Rohren bis auf $^1/_5$ m/sec genau ablesen, und daraus, mittels der KIRCHHOFF'schen Formel, die Schallgeschwindigkeit in freier Luft bei jeder beliebigen Temperatur berechnen. Aus der Schallgeschwindigkeit endlich findet man in bekannter Weise k, das Verhältnis der specifischen Wärmen bei constantem Druck und constantem Volumen.

Das früher gefundene Resultat, dass k bei 950° gleich $1{,}34 \pm 0{,}01$, ist durch die neueren, zuverlässigeren Versuche erfreulicherweise bestätigt, wonach k bei der genannten Temperatur gleich 1,344 ist.

Ich gebe jetzt einen Auszug der endgültigen Resultate. Hier bedeutet V_{th} die theoretische Schallgeschwindigkeit in freier Luft,

$$V_{th} = 331{,}3\sqrt{1 + 0{,}00367\,t};$$

V_w die wirkliche Schallgeschwindigkeit, aus den in den zwei Rohren gefundenen Resultaten berechnet.

t^0	V_{th} m/sec	V_w m/sec	$V_{th} - V_w$ m/sec	k
0	331,32	331,32	—	1,4006
100	387,3	386,5	0,8	1,3993
300	480,2	478,1	2,1	1,389
500	557,8	552,8	5,0	1,376
750	641,8	632,0	9,8	1,358
1000	716,0	700,3	15,7	1,340

Die Angaben der Werte bei 0° und bei 100° sind aus meiner Dissertation entnommen.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. **Nr. 6.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 19. April 1901.

Vorsitzender: Hr. O. Lummer.

Hr. E. Lampe gedenkt in längerer Ansprache des grossen Verlustes, den die Gesellschaft seit der letzten Sitzung durch den am 31. März erfolgten unerwarteten Tod ihres ersten langjährigen Schriftführers

Bernhard Schwalbe,

Director des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums zu Berlin,

erlitten hat.

Zu ehrendem Gedächtnis des Hingeschiedenen erheben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Hr. **M. Thiesen** sprach dann

über die angebliche Anomalie des Sauerstoffs bei geringem Drucke.

Zum Gedächtnis
an
Georg Bernhard Schwalbe.

Von E. Lampe.

(Gesprochen in der Sitzung vom 19. April 1901.)

(Vgl. oben S. 57.)

Ohne vorangehende längere Erkrankung wurde Bernhard Schwalbe am 31. März 1901 aus dem Leben abgerufen; bis zu diesem Tage Director des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums zu Berlin, vom 1. April des Jahres an zum städtischen Schulrat für die höheren Lehranstalten Berlins berufen, wenige Wochen vorher zum Geheimen Regierungsrat ernannt. So folgte er nach nicht ganz sieben Jahren seinem am 21. Mai 1894 vor ihm abgeschiedenen Schwager August Kundt, mit dem er in der gemeinschaftlichen Studienzeit schon aufs engste verbunden gewesen war. Später auf längere Zeit voneinander getrennt, wirkten beide wieder zusammen, jeder nach seiner Art, als Kundt auf den Lehrstuhl für Physik an der Berliner Universität als Nachfolger von H. von Helmholtz berufen war. Jetzt, wo der Tod die verschwägerten Freunde der irdischen Wirksamkeit entrückt und im ewigen Schlafe vereinigt hat, bejammern die beiden aus dem Hamburger Handelshause Kelting stammenden Schwestern als Witwen den Verlust ihrer befreundeten Männer, von deren erneutem, vereintem Wirken man sich für das allgemeine Wohl so viel Gutes versprochen hatte.

Für die Physikalische Gesellschaft bedeutet der Todesfall der so plötzlich über sie hereingebrochen ist, den Verlust eines Mitgliedes, in dem die 36 Jahre, während welcher er ihr angehört hat, lebendig waren. Durch seine im Dienste der Gesellschaft geleisteten Arbeiten war er mit allen Mitgliedern

der älteren Zeit persönlich bekannt geworden, wovon sein schöner Nachruf des letzten Jahres auf Karsten Zeugnis ablegt. Die fortschreitende Entwickelung der Gesellschaft hatte er als ein Stück seines Lebens durchgelebt, über dessen Vorkommnisse er aus seiner Erinnerung Aufschlüsse zu geben vermochte. So müssen wir sein Abscheiden als das eines der besten Freunde unserer Gesellschaft betrauern.

Georg Bernhard Schwalbe war einer Familie entsprossen, die seit etwa dreihundert Jahren in Quedlinburg am Harze ansässig gewesen ist; wenigstens lassen sich ihre Spuren daselbst bis etwa 1620 zurück verfolgen. Seine Vorfahren gehörten zu den angesehensten Bürgern der alten sächsischen Kaiserstadt und waren in den ersten Stellen der Stadtverwaltung thätig; mehrere unter ihnen standen als Bürgermeister an der Spitze des Gemeinwesens, der Geburtsstadt des Dichters Klopstock und des Geographen Karl Ritter. Der Sinn für die Thätigkeit im Dienste der Stadt und des Staates, der den Verstorbenen auszeichnete, kann also als Erbteil seiner Familie betrachtet werden. Sein Vater G. Schwalbe übte den Beruf eines praktischen Arztes in Quedlinburg aus. Aus der Ehe, die derselbe mit Marie Kriegar schloss, stammten drei Söhne und zwei Töchter. Bernhard wurde als zweiter Sohn am 23. October 1841 in Quedlinburg geboren; seine beiden Brüder, der ältere und der jüngere, überleben ihn, während die beiden Schwestern schon in jüngeren Jahren gestorben sind.

Da der Vater der jungen Familie schon im Jahre 1846 durch den Tod entrissen wurde, verlegte die Mutter ihren Wohnsitz nach Thale am Harz. Trotzdem verlebte Bernhard Schwalbe den grössten Teil seiner Jugendzeit in Quedlinburg, weil er das dortige Gymnasium zu seiner Ausbildung besuchte. Des Vaters früh beraubt, von der Mutter getrennt lebend, wurde er als Knabe schon die selbständige Natur, die sich später in den mannigfaltigsten Thätigkeiten und Stellungen so trefflich bewährte. Auf seinen Wanderungen durch den Harz, die er später als Mann gern wieder aufnahm, sog er die Liebe zur Natur ein und bildete die angeborene Gabe der Beobachtung aus, welche für die Wahl seiner Studien entscheidend wurden. Liebe zu seiner Familie, zu seiner Heimat

zeigten sich früh als die Kennzeichen eines warm empfindenden Gemütes, das für alle Eindrücke der Umgebung empfänglich war. Das Reifezeugnis des Quedlinburger Gymnasiums erwarb er im Ostertermine 1860, und nun wandte er sich sofort aus voller Neigung dem Studium der Naturwissenschaften zu. Doch soll hier gleich vorweg bemerkt werden, dass er neben der eifrigsten Beschäftigung mit seinen Berufsfächern immer noch Zeit erübrigte, um vielseitige Sprachstudien zu treiben. Auf dem Gymnasium zeichnete er sich in den Sprachen ebenso aus, wie in den exacten Wissenschaften, und er bekundete sein sprachliches Interesse durch eifriges und erfolgreiches Studium des Hebräischen. Später brachte er es besonders im Englischen zu einer hervorragenden Fertigkeit im schriftlichen und mündlichen Ausdrucke; ebenso beherrschte er die modernen Sprachen lateinischen Stammes, besonders das Französische, aber auch das Italienische und Spanische.

Zunächst bezog Schwalbe die Universität Bonn auf ein Jahr; er hörte dort Vorlesungen über Chemie, Botanik und Mineralogie. Dann setzte er seine Studien an der Universität Zürich fort, wo er besonders eingehend sich mit der Chemie beschäftigte, ausserdem aber auch mit Physik, Mineralogie, Geologie, Botanik und Mathematik. Endlich kam er nach Berlin und betrieb neben den Fortsetzungen seiner begonnenen Studien hauptsächlich solche in der Philosophie und Mathematik. Zu dieser Zeit hatte Herrig in Berlin das Seminar für moderne Philologie eröffnet, und Schwalbe beteiligte sich sofort als Mitglied an den Uebungen des neuen Institutes. Ebenso trat er in den mathematischen Verein der Universität ein, der sich gerade gebildet hatte. An beiden Stellen wurde er mit jungen gleichstrebenden Männern bekannt und befreundet; unter ihnen ist besonders Quintin Steinbart zu nennen, jetzt Director des Realgymnasiums in Duisburg, mit welchem zusammen Schwalbe später im Realschulmännerverein lange Jahre gewirkt hat. Auf diese Weise ist es gekommen, dass Schwalbe, obwohl nicht eigentlich Mathematiker, einer der Mitbegründer des genannten mathematischen Vereins wurde und auf dem ersten Vereinsbilde von acht Mitgliedern aus dem Sommer 1862 neben seinen Freunden Steinbart und Deite sitzt.

Bedeutsamer aber wurde für ihn der Eintritt in die von Magnus geleiteten physikalischen Colloquien; hier sammelten sich zu jener Zeit alle diejenigen Studenten der höheren Semester, welche das Studium der Physik zu wissenschaftlichen Zwecken eingehender trieben. Neben Jochmann, Paalzow, Rüdorff, Zenker, die bereits promovirt hatten, sich aber immer noch an den Uebungen beteiligten, sind aus jener Periode Holtz, Avenarius, Kiessling, Krech, Deite, Biermann, vor allem aber Kundt zu nennen, mit dem Schwalbe damals enge Freundschaft schloss. Dieser Freundeskreis fand sich nach einigen Jahren ziemlich vollzählig wieder in der Physikalischen Gesellschaft zusammen; in ihm zeigte sich der grosse Einfluss, den Magnus durch seine physikalischen Colloquien und durch die Oeffnung seines Privatlaboratoriums für die Studenten auf die seiner Leitung sich anvertrauende Jugend ausgeübt hat.

Da Schwalbe die akademische Laufbahn als Chemiker einzuschlagen beabsichtigte, war es für ihn von grossem Nutzen, dass er 1863 eine Stelle als Assistent bei Heinrich Rose erhielt. Sei es jedoch der Tod von Rose im Januar 1864, sei es überhaupt die Absicht gewesen, die Zukunft für alle Fälle sicher zu stellen, Schwalbe unterzog sich zu Ostern 1864 der Oberlehrerprüfung, die er mit einem vollen Erfolge in den sämtlichen Naturwissenschaften bestand, und bei der er auch in der Mathematik und in den beiden neueren Sprachen sich eine ehrenvolle Lehrbefugnis erwarb. Statt aber das Probejahr anzutreten, begab er sich im Sommerhalbjahr 1864 nach Zürich, um eine Assistentenstelle bei Wislicenus zu übernehmen, in der sicheren Hoffnung, dort die Laufbahn als akademischer Lehrer in kurzem betreten zu können. Verschiedene Gründe bewogen ihn jedoch, zu Michaelis 1864 endgültig diese Pläne aufzugeben.

An der Königlichen Realschule, dem jetzigen Kaiser-Wilhelm-Realgymnasium, bedurfte man dringend eines tüchtigen Lehrers für Physik und Chemie in den oberen Klassen, weil die Gesundheit des erst kurz vorher für diese Fächer berufenen Oberlehrers Dr. Tillich ins Wanken geriet, sodass der Unterricht nicht in erspriesslicher Weise stetig erteilt werden konnte, und weil dieser Lehrer zu ausschliesslich einer mathematisch

deductiven Richtung folgte. Die Aussicht auf die Erteilung des Unterrichtes in den obersten Klassen unter gleichzeitiger Verwaltung des Lehrapparates brachte bei SCHWALBE die angeborene Neigung zum Unterrichten siegreich zum Durchbruch. Daneben war auch wohl der Wunsch mitbestimmend, mit der alleinstehenden hochverehrten Mutter, welche ihre letzte Tochter verloren hatte, einen gemeinsamen Haushalt zu führen. Genug, er kam im Herbste 1864 wieder nach Berlin zurück und übernahm in seinem sogenannten Probejahre sofort vollen Unterricht in allen Klassen. Im Verlaufe dieses Jahres erwarb er sich auf Grund einer botanischen Dissertation bei der philosophischen Facultät der Universität Jena während des Sommers 1865 den Doctorhut, und zum 1. October 1865 wurde er nach der damaligen Titulatur als vierter ordentlicher Lehrer der Königlichen Realschule fest angestellt. Mit enthusiastischem Eifer hat er vom Beginne seiner Lehrthätigkeit an sich dem Unterrichte der Jugend geweiht und ist für jeden, der mit ihm in Berührung gekommen ist, ein leuchtendes Vorbild eines Lehrers geworden, der in dieser segensreichen Wirksamkeit sein volles Glück findet. Er verschmähte es auch durchaus nicht, neben dem ihm zufallenden naturwissenschaftlichen Unterrichte sprachliche Lehrstunden zu übernehmen; so hat er gleich in den ersten Jahren wiederholt Englisch in der Tertia gelehrt und ist in diesem Unterricht ebenso anregend, in den Anforderungen ebenso streng gewesen, wie in seinen Hauptfächern.

Um hier gleich den äusseren Gang seines Lebens kurz zu schildern, so ist zu erwähnen, dass er als intimer Freund von KUNDT durch diesen zu seiner Hochzeit in die Familie KELTING zu Hamburg eingeführt wurde, und dass SCHWALBE bei dieser Gelegenheit die nähere Bekanntschaft mit ELISABETH KELTING, der Schwester der Braut, machte, eine Bekanntschaft, die bald zur Verlobung und im Frühjahr 1867 zur Verehelichung führte. In glücklicher Ehe mit ihr lebend, hat er sie jetzt als tief trauernde Witwe nebst drei Kindern zurückgelassen, einer Tochter ELISABETH und zwei Söhnen DR. GUSTAV SCHWALBE, der Meteorologe ist, und DR. ERNST SCHWALBE, der den medicinischen Beruf seines Grossvaters erwählt hat und Assistent am pathologischen Institut in Heidelberg ist.

Die wissenschaftlichen Leistungen Schwalbe's und seine pädagogischen Erfolge erwarben ihm bald die Wertschätzung seiner Vorgesetzten, besonders des damaligen Provinzialschulrats Klix, und er rückte daher rasch in höhere Stellen an der Königlichen Realschule auf. Zum Oberlehrer wurde er 1870 befördert, zum Professor 1874 ernannt. Im Herbste des Jahres 1879 wurde er vom Magistrat der Stadt Berlin zum Director des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums gewählt und von den Staatsbehörden bestätigt; dieses Directorat hat er bis zu seinem Tode mit glänzendem Erfolge geführt.

In der Schilderung der Lebensarbeit von Bernhard Schwalbe, zu der wir jetzt übergehen wollen, stellen wir billig seine Thätigkeit als Redacteur der „Fortschritte der Physik“ voran; denn als solcher ist er zuerst überhaupt in die Oeffentlichkeit getreten, und diese grossartige Leistung sichert ihm den Dank der Zeitgenossen und der Nachwelt; durch diese Beschäftigung, die sich über mehr als zwei Jahrzehnte seines Lebens erstreckt, ist das Ziel und der Inhalt seiner wissenschaftlichen Arbeiten bestimmt worden. Nach dem Fortgange von Kundt und Kiessling aus Berlin, die den Band XXI, Jahrgang 1865, der Fortschritte der Physik fertig gestellt hatten, schien das regelmässige Erscheinen des von der Physikalischen Gesellschaft herausgegebenen Werkes in Frage gestellt, weil die Vorarbeiten zu wenig gefördert waren. Dem gemeinsamen energischen Eingreifen von Quincke und Schwalbe, die bei dem Jahrgange 1866 auch noch von Wangerin unterstützt waren, gelang es aber, Ordnung zu schaffen und die Gleichmässigkeit der Veröffentlichung zu regeln. Vom XXIV. bis zum XXIX. Bande (Jahrgänge 1868 bis 1873) hat Schwalbe die gewaltige Arbeit der Redaction ganz allein bewältigt. Wegen des stetigen Anwachsens der zu bearbeitenden Literatur und der gleichzeitigen Zunahme der eigenen Geschäfte redigirte er vom XXX. Bande an nur noch die dritte Abteilung, übernahm aber bei einer Erkrankung des Redacteurs der beiden ersten Abteilungen noch einmal die Vollendung zweier vollständigen Jahrgänge (XXXII und XXXIII, 1876 und 1877); erst mit dem XLII. Bande (Jahrgang 1886), der 1892 erschien, trat er endgültig von der Redaction der dritten Abteilung zurück.

Nur wer selbst derartige Arbeiten vollendet hat, vermag die Last zu würdigen, welche Schwalbe in diesen Jahren durch die Erledigung der Redactionsgeschäfte zu tragen hatte. Ohne Hülfskräfte für die mehr mechanischen Geschäfte heranzuziehen: die vielfachen Registrirarbeiten, Anfertigung des Registers, Versendung der zu besprechenden Arbeiten, Durchsicht der Correcturbogen, erledigte Schwalbe alle diese Redactionsobliegenheiten selbst neben seiner ausgedehnten und intensiven Lehrthätigkeit, neben seiner Beteiligung in Vereinen und bei communalen Angelegenheiten. Bei der patriarchalischen Geschäftsführung, die damals in der Physikalischen Gesellschaft herrschte, bei den geringen Mitteln, über welche man verfügte, dachte niemand an eine Entschädigung für jene untergeordneten Schreibarbeiten, und Schwalbe machte nicht viel Aufhebens von den Aufgaben, die er spielend bewältigte. Zu den Pflichten des Redacteurs gehörte auch die Ordnung des Lesezirkels; alle Mappen, die zum Umlauf unter den Mitgliedern kamen, füllte er selbst, und die Aufschriften auf den Deckeln, welche das Verzeichnis der einliegenden Zeitschriften gaben, führte er eigenhändig aus. So repräsentirte er ganz allein das Haupt und die Schreiber des Redactionsbüreaus der Physikalischen Gesellschaft. Wenn man sich dazu vorstellt, dass er zu gleicher Zeit in Vereinen für Unterricht, für Volksbildung, für Wohlthätigkeit, für communale Zwecke eine grosse Energie entfaltete, so erhält man ein angenähertes Bild von seiner Arbeitsfähigkeit und Schaffensfreude. Ermüdung kannte er nicht; mit kaum vorstellbarer Beweglichkeit ging er von einer Arbeit zu einer vollständig verschiedenen über, und wenn er ausserhalb seines Hauses so viel geleistet hatte, dass ein anderer Mensch im eigenen Heim erschöpft Ruhe gesucht haben würde, dann setzte er sich mit unglaublicher Frische zur Erledigung der Redactionsgeschäfte an seinen Arbeitstisch, erfüllte in gewissenhafter Weise unter Benutzung der Nachtstunden alle Pflichten, die er gegen die Schule, die Wissenschaft, das Gemeinwesen übernommen hatte.

Auch nach seinem Rücktritte von der Redaction bekundete er stets das lebhafteste Interesse für das Gedeihen der „Fortschritte der Physik", und durch seinen sachkundigen Rat half er bei der Ueberwindung mancher Schwierigkeiten. Wenn er

sich also um dieses monumentale Werk, wie er es gern nannte, ein grosses Verdienst erworben hat, so krönte er seine Arbeit dadurch, dass er im Anschlusse an das Barentin'sche Register zu den ersten 20 Bänden für die Bände XXI bis XLIII ein Register hergestellt hat (1897), bei dessen Bearbeitung ihn seine drei Kinder wirksam unterstützt haben. Dafür schulden ihm alle Physiker den grössten Dank.

Die Kenntnisse und die Erfahrungen, welche Schwalbe bei der Redaction der Fortschritte der Physik erworben hatte, schärften seinen Blick in Bezug auf die zweckmässige und notwendige Einrichtung ähnlicher Unternehmungen, denen Gelehrte von geringerer Erfahrung ohne das richtige Verständnis ratlos gegenüberstehen. In gerechter Schätzung seiner umfassenden Einsicht entsendete ihn daher in den letzten Jahren die preussische Regierung wiederholt als Delegirten bei den Verhandlungen mit der Royal Society in England über die Anfertigung des „Scientific Catalogue" für alle exacten Wissenschaften. Ueber den gegenwärtigen Stand dieser Angelegenheit, mit der er übrigens nichts mehr zu thun hatte, wollte er, wie er in einer der letzten von ihm besuchten Vorstandssitzungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ankündigte, einen Vortrag in einer Sommersitzung derselben halten, eine Absicht, die durch den jähen Tod vereitelt wurde, wie so viele andere seiner Pläne.

Unter den Schriften, die Schwalbe als Redacteur des Jahresberichtes über die Fortschritte der Physik durchzusehen hatte, zogen ihn neben den Abhandlungen des Abschnittes über Molecularphysik, den er zuerst auch bearbeitete, besonders diejenigen an, welche in den Abschnitt der Physik der Erde fallen. Indem er diesem Teile des Werkes seine besondere Sorge widmete, vergrösserte sich derselbe unter seinen Händen von Jahr zu Jahr; aus den sechs Bogen, welche der sechste Abschnitt der Fortschritte der Physik bei dem Eintritte Schwalbe's in die Redaction umfasste, wurden 1883 40 Bogen, die in diesem 36. Jahrgange zum ersten Male zu einer selbständigen, dritten Abteilung vereinigt wurden. Der letzte von Schwalbe redigirte Jahrgang 1886, an dessen Ende er sich durch ein Nachwort als Schriftleiter von dem Werke verabschiedete, war auf $73^1/_2$ Bogen angeschwollen. Als Mitarbeiter

dieser Abteilung hat er für mehrere Kapitel bis zu seinem Tode ausgeharrt.

Diesem Lieblingsgebiete SCHWALBE's gehören nun auch seine naturwissenschaftlichen Originalarbeiten an. Eine Programmabhandlung vom Jahre 1871 stellt die damals bekannten Thatsachen über das Nordlicht recht vollständig zusammen und giebt ein gutes Verzeichnis der bezüglichen Schriften. Der Vortrag über Wetteraberglauben und die Wetterangaben des gewöhnlichen Lebens (1876) behandelt den Gegenstand in historischer Weise und sucht für Aufklärung in weiteren Kreisen zu wirken. Das Thema der Gletscher, dem der Aufsatz „über die Gletscher des Kaukasus und über den temporären Rückgang der Gletscher überhaupt“ gewidmet ist (1879), führte ihn dann dazu, sich mit der Erscheinung der Eishöhlen und Windlöcher während einer Reihe von Jahren zu beschäftigen. Er richtete seine Sommerreisen nach den Gegenden, wo er hierüber Beobachtungen anstellen konnte; in der Literatur forschte er eifrig nach Angaben aus früherer Zeit, und so entstand eine Folge von Artikeln aus den Jahren 1881—1888, in denen sowohl die Thatsachen festgestellt als auch die bisher aufgestellten Theorien erörtert sind. Die übersichtlichste Darstellung der hierher gehörigen Erscheinungen und der zu ihrer Erklärung ersonnenen Theorien hat er in der Abhandlung der Festschrift zur fünfzigjährigen Jubelfeier des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums zu Berlin gegeben, betitelt: „Ueber Eishöhlen und Eislöcher nebst einigen Bemerkungen über Ventarolen und niedrige Bodentemperaturen“ (1886). In der Anzeige dieser Schrift[1]) fasst SCHWALBE sein Urteil über alle bisher versuchten Theorien dahin zusammen, dass eine Ursache allein nicht als der wirksame Grund aufgefasst werden könne. In diesen Beiträgen zur Theorie der Eishöhlen hat man die wertvollsten selbständigen Arbeiten SCHWALBE's zur reinen Wissenschaft zu erblicken.

Ausser diesen rein wissenschaftlichen Arbeiten sind dann aber die zahlreichen Veröffentlichungen zu erwähnen, welche der Verbreitung der Wissenschaft und pädagogischen Fragen gewidmet sind. Zwei kleine Bücher hat er verfasst, die dem

1) G. B. SCHWALBE, Fortschr. d. Phys. 42. p. 1015ff. 1892.

Unterrichte dienen sollen, das kurzgefasste Lehrbuch der allgemeinen Geologie (Berlin 1879) und ein Elementarbuch für die griechische Sprache, letzteres mit der Bestimmung, den Schülern der Realgymnasien diejenigen Kenntnisse des Griechischen zu vermitteln, welche beim Studium der Naturwissenschaften nützlich sind. Von seinen vielen Aufsätzen pädagogischen Inhaltes können wir hier kaum einige besonders hervorheben. Sie betreffen einerseits die Geschichte und den Stand der Methodik der Naturwissenschaften, wie der Titel einer Schrift von 1877 lautet, andererseits die mannigfaltigsten Fragen des Schulunterrichtes und der Lehrerbildung, welche im Verlaufe der letzten drei Jahrzehnte aufgetreten sind, endlich auch das Berechtigungswesen der verschiedenen Schulgattungen. Ueberall erscheint Schwalbe als Vertreter der modernen Bildung, als Vorkämpfer für den bildenden Wert der Naturwissenschaften; doch ist er fern davon, die Schulen in Fachschulen umzuwandeln. In dem Vortrage, den er auf der Naturforscherversammlung in Frankfurt a. M. 1896 über die Vorbildung der Lehrer der Mathematik und der Naturwissenschaften an höheren Lehranstalten den Forderungen der heutigen Zeit gegenüber hielt, betonte er, dass Deutschland mit seinem Systeme der allgemeinen Bildung vor der Fachbildung anderen Ländern gegenüber nicht schlecht gefahren ist. „Nur der Organismus kann sich gesund entwickeln, der in organischem Zusammenhange mit dem früher Gewesenen bleibt, und so können unsere Schulen nur dann gedeihen, wenn der historische Zusammenhang gewahrt wird.“ Alle diese Schriften Schwalbe's haben für die Geschichte der Pädagogik einen bleibenden Wert; sie sind nicht Erzeugnisse eines in der Studirstube grübelnden Philosophen, sondern sind der Ausfluss der innersten Ueberzeugung eines Mannes von aussergewöhnlicher pädagogischer Beanlagung, der in der Ausübung der Lehrthätigkeit eine Herzensbefriedigung fand, und der zu praktischen Zwecken weitgehende historisch-pädagogische Studien trieb. Nur dasjenige fand seine Billigung, was er in seinem Unterrichte als richtig erprobte.

Bei dem Vergnügen, das er im Unterrichten fand, und bei seiner Neigung, die Wissenschaft in weitere Kreise zu tragen, war es nicht schwer, ihn zur Uebernahme von Vor-

trägen und Unterrichtsstunden ausserhalb des ihm amtlich zufallenden Gebietes zu bewegen. Für die Volksschullehrer hat er Curse zur Fortbildung eingerichtet. Für die Oberlehrer wurden hauptsächlich auf seinen Betrieb und unter seiner Leitung in Berlin regelmässige Feriencurse abgehalten. In Vereinen hielt er Vorträge zur Belehrung weiterer Kreise über pädagogische oder naturwissenschaftliche Gegenstände. Literarische Unternehmungen, die der Förderung der Bildung des Lehrerstandes dienten oder auf die allgemeine Verbreitung der Kenntnisse in den Naturwissenschaften abzielten, fanden in ihm einen hülfsbereiten Teilnehmer. So gehörte er der weiteren Redaction der „Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht" an, deren Leitung in den Händen eines seiner Schüler liegt; ein gleiches Verhältnis verband ihn mit der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Bei der Gründung der „Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften", des Organes für den über ganz Deutschland ausgebreiteten Verein zur Förderung des Unterrichtes in der Mathematik und den Naturwissenschaften, konnte man für den naturwissenschaftlichen Teil keinen besseren Namen als den seinen in die Redaction einfügen, während Pietzker als Mathematiker zugleich die Geschäftsleitung erhielt. Der Realschulmännerverein besass in ihm einen der kundigsten und gewandtesten, dabei aber immer besonnenen Vorkämpfer, dessen aus langer Beschäftigung mit öffentlichen Angelegenheiten geschöpfte Kenntnis geschäftlicher Behandlungsweise der Sache viel genützt hat; mit unerschütterlichem Vertrauen sah er dem Siege der vom Vereine verfochtenen Ideen entgegen, und die im Princip zugestandene Gleichbewertung der neunklassigen Realanstalten mit den alten humanistischen Gymnasien erfüllte ihn während der letzten Monate seines Lebens mit hoher Genugthuung, obwohl er bei seiner genauen Kenntnis aller widerstrebenden Elemente die noch zu besiegenden Gegenströmungen, die nach seiner schon vor Jahren ausgesprochenen Ansicht das humanistische Gymnasium zu einer Standesschule zu machen bezwecken, durchaus nicht unterschätzte.

Die „Humboldts-Akademie" besass in Schwalbe einen einflussreichen Gönner, durch dessen Vermittelung die Räume und die Lehrmittel des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums

dieser Volkshochschule zur Verfügung gestellt wurden. Ebenso gewährte er dem Berliner Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichtes, dessen Gründung und Aufblühen auf seine Mitwirkung zurückzuführen ist, Unterkunft in dem für physikalische Demonstrationen eingerichteten Klassenzimmer des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums. Dem Fortbildungsschulwesen schenkte er seine besondere Aufmerksamkeit nicht bloss als Leiter einer mit seiner Anstalt verbundenen Fortbildungsschule, sondern auch als Stadtverordneter, der stets die Gewährung von Geldmitteln seitens der Stadtverwaltung befürwortete. So verwendete er sich unter anderem kräftig für die Fortbildungsschulen für das weibliche Geschlecht, und unter den Nachrufen für ihn, die nach seinem Tode in den Zeitungen erschienen, sprachen daher die Fortbildungsschulen für weibliche Angestellte in kaufmännischen Geschäften ihren Dank besonders herzlich aus. Jeder Verein, der gemeinnützige Bestrebungen zur Ausbreitung der Bildung verfolgte, war seiner Teilnahme sicher, und er beschränkte sich nicht etwa darauf, seine Beiträge als Mitglied der vielen Vereine zu bezahlen, in die einzutreten ihm grosse Freude machte, sondern er steuerte gern geistige Gaben aus dem reichen Schatze seines Wissens bei. Es ist vorgekommen, dass er an Sonntagabenden plötzlich Gesellschaften verliess, um in einem Verein zur Unterhaltung und Belehrung weiblicher Dienstboten einen Vortrag zu halten.

Das Gewicht, welches Schwalbe in allen Unterrichtsfragen beigelegt wurde, zeigte sich darin, dass er seit längerer Zeit bei allen Gelegenheiten herangezogen wurde, wenn es sich um Neugestaltungen handelte. Das Unterrichts-Ministerium liess sich von ihm wiederholt Gutachten ausarbeiten. Zuletzt war er auch als Mitglied der Schulconferenz vom Juni 1900 berufen; die bei dieser Gelegenheit von ihm gehaltenen Reden, aus denen sein Standpunkt klar zu erkennen ist, und die ihn als schlagfertigen Kenner aller bezüglichen Verhältnisse zeigen, sind in den gedruckten Verhandlungen dieser Conferenz erst jüngst veröffentlicht worden. Seit längerer Zeit Mitglied der Commission für die Mittelschullehrer- und Rectorprüfung, war er in den letzten Jahren auch Mitglied der Prüfungscommission der Provinz Brandenburg für Oberlehrer, und zwar für Physik,

Chemie und Mineralogie. Nach der Einrichtung des Seminarjahres für die Candidaten des höheren Lehramtes wurde ihm sofort ein Seminar übertragen; nur im letzten Jahre wusste er sich von diesen Pflichten frei zu halten.

Als Lehrer wie als Director stellte SCHWALBE an die Schüler und an die Collegen die höchsten Anforderungen. Wie er selbst Unglaubliches leisten konnte, ohne dabei zu ermüden, so meinte er dasselbe von jedem erwarten zu müssen, indem er die herbe Lebensansicht vertrat, leben heisse arbeiten. Wenn jeder Lehrer so hohe Ansprüche an die häuslichen Arbeiten stellen würde, wie er besonders als Lehrer der Königlichen Realschule that, so wären die Klagen über Ueberbürdung nur zu gerechtfertigt. Sein Bestreben ging hierbei unter anderem dahin, dass die von ihm vertretenen Fächer gegenüber den Sprachen durch intensive häusliche Beschäftigung im Ansehen der Menschen gehoben werden müssten. Weil nun aber seine Schüler in den Unterrichtsstunden durch den Reichtum seines Wissens und die Lebendigkeit der Lehrweise stets aufs höchste angeregt wurden, so unterzogen sie sich ohne erhebliche Klagen den an sie gestellten Anforderungen, obschon er hier wie auch später als Leiter des Realgymnasiums an gewissen bureaumässigen Formen streng festhielt.

Gemildert wurde diese Seite seines Wesens durch ein hohes Wohlwollen, das bei ihm aus einem im Grunde gütigen Herzen floss, das er aber gegenüber den sich an ihn herandrängenden Ansprüchen meistens verbarg. Es ist für ihn bezeichnend, dass der Verein gegen Verarmung und Bettelei es ist, durch den er zuerst mit der städtischen Verwaltung von Berlin in Berührung kam. Durch sein reges und thätiges Interesse für diesen Verein, der in der Mitte der sechziger Jahre entstand, kam SCHWALBE bald in den Vorstand desselben und wurde dort mit dem Stadtverordneten-Vorsteher STRASSMANN befreundet. Dieser erkannte den weiten Gemeinsinn des damals noch sehr jugendlichen Oberlehrers und veranlasste ihn, in einem näher bezeichneten Wahlbezirke sich als Candidat für die Stadtverordnetenversammlung vorzustellen. Unter diesem Schutze wurde SCHWALBE gewählt, und er erwarb sich durch sein verständiges Auftreten und seine energische Thätigkeit schnell ein solches Ansehen bei den städtischen

Behörden, dass er, obgleich nicht Lehrer einer städtischen höheren Schule, bei der Besetzung des erledigten Directorates des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums im Jahre 1879 allen übrigen in Frage gekommenen Candidaten vorgezogen und fast einstimmig vom Magistrat für diesen Posten gewählt wurde. Im Alter von nicht ganz 38 Jahren trat er also an die Spitze eines alten Lehrercollegiums. Binnen kurzem sicherte er sich in demselben eine herrschende Vertrauensstellung. Unter seiner Leitung wuchs das Dorotheenstädtische Realgymnasium zwischen mehreren nahe gelegenen höheren Lehranstalten, die sich daher gegenseitig Abbruch thun; die Eltern gewannen zu dem neuen Leiter der Anstalt bald Vertrauen, und die Schülerzahl stieg derartig, dass sie zuletzt fast das Doppelte derjenigen Zahl betrug, die SCHWALBE bei der Uebernahme des Directorates vorgefunden hatte.

Da SCHWALBE gemäss dieser Skizze seiner Thätigkeit nach den verschiedensten Richtungen hin wirkte, so konnte er wegen der Zersplitterung seiner Kräfte, die er ungern irgend welchen Ansprüchen versagte, zuletzt nicht mehr in die Tiefe eines Gegenstandes eindringen; dagegen hatte er sich allmählich eine solche Breite des Wissens und eine so umfassende praktische Erfahrung erworben, dass ihm in der Kenntnis der Berliner Schulverhältnisse niemand gleichkam. Allgemein erwartete man deshalb schon lange seine Beförderung in eine höhere Stellung, von wo aus er eine grössere Wirksamkeit entfalten könnte; als daher zum 1. April dieses Jahres die Stelle des städtischen Schulrates für höhere Lehranstalten in Berlin neu besetzt werden musste, wurde er von allen Einsichtigen als der geeignetste Mann für diesen Posten bezeichnet, und so erfolgte denn auch seine Wahl in der Stadtverordnetenversammlung mit grosser Stimmenmehrheit. Da er schon 1886 bei dem fünfzigjährigen Jubiläum des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums durch die Verleihung des Roten Adlerordens ausgezeichnet worden war, so drückte ihm die Regierung ihren Dank für alle Dienste, die er in oft wiederholter Arbeit ihr geleistet hatte, dadurch aus, dass sie für ihn den Charakter eines Geheimen Regierungsrates an höchster Stelle erwirkte, bevor die Bestätigung zum städtischen Schulrat eingeholt war.

Nun war ihm also ein grosses Feld der Wirksamkeit er-

öffnet, das reiche Ernte versprach. Kein Schulmann kannte wie er die Verwaltung der Stadt Berlin, in der er als Stadtverordneter seit etwa einem Vierteljahrhundert thätig gewesen war. Keiner war so genau mit den Schwierigkeiten vertraut, die neuen Plänen bei den Organen der städtischen Verwaltung oder bei den staatlichen Behörden entgegenstehen; aber auch keiner wusste wie er, welche Mittel anzuwenden sind, wenn es sich darum handelt, Fortschritte zu erzielen. Daher wurde ihm auch allseitiges Vertrauen entgegengebracht von den königlichen und den städtischen Behörden, von den Lehrern der ihm überwiesenen höheren Lehranstalten, von den Eltern der Schüler, von allen Freunden eines kräftig sich entwickelnden Schullebens. Zwar stand er schon im sechzigsten Lebensjahre; aber sein Riesenkörper schien eine noch jugendliche Schaffenskraft zu verbürgen, und die zuweilen sich zeigende Erschlaffung wurde der übermässigen Arbeitslast zugeschrieben, die er bewältigte, ohne sich Musse zur Erholung zu gönnen. Man wusste, dass er manche neuen Pläne durchführen wollte, die er lange bei sich erwogen hatte, und erhoffte von seiner bekannten unbeugsamen Energie das beste Gelingen, das Anbrechen einer neuen Epoche im Berliner Schulleben.

Die Anzeichen einer schleichenden Krankheit wurden darüber von ihm selbst und von seiner Umgebung übersehen oder für geringfügig erachtet. Ob nun die Aufregungen, welche mit der Verabschiedung einer lieb gewordenen langen Thätigkeit verbunden sind, ihn stärker angegriffen haben, als bei seinem sonst bewährten Gleichmute zu erwarten war, ob vielleicht die Feier des Abschiedes von den Schülern und den Collegen am 30. März sein Gemüt heftiger erregt hat, sodass der Redegewandte in Rede und Gegenrede schon nicht mehr mit der gewohnten Klarheit und Sicherheit auftrat, das ist jetzt nicht mehr festzustellen; gewiss ist nur, dass er von jener Feier in grosser Abspannung zu seiner Familie zurückkehrte, dass er sich auf das Zureden seines zweiten Sohnes, eines Arztes, zur Ruhe begab, um für das Festessen, das ihm von seinem Lehrercollegium für den Abend desselben Tages angeboten war, Kräfte zu sammeln, dass aber diese Ruhe ihn zur ewigen Ruhe führte. Ein rascher Verfall der Kräfte, wie bei Diabetikern öfter beobachtet wird, konnte durch keine

medicinischen Mittel aufgehalten werden, und am 31. März hauchte er seinen Geist aus, einen Tag vor dem wirklichen Eintritt in das neue Amt.

Tiefe Trauer und gewaltige Bestürzung rief dieser erschütternde Verlust hervor, laute Klagen um die jähe Vernichtung aller Hoffnungen, deren Erfüllung so sicher geschienen hatte. Die Tragik des Falles ergriff alle Gemüter mit seltener Macht. Fünfunddreissig Jahre dauerte die Vorbereitung für das Amt, für dessen Uebernahme er wie keiner gerüstet war; bei einem Rückblick auf diese Zeit könnte man meinen, SCHWALBE habe mit Bewusstsein seinen Lebensgang so geregelt, dass die erlangte Stellung die Krönung seines Lebenswerkes bedeutete, und am Vorabende des Tages, wo alles in Erfüllung gehen soll, greift eine höhere Macht allgewaltig ein; es ist, als ob wir die grause Wahrheit der Totentänze an einem hervorragenden Menschen, der uns allen lieb war, hätten fühlen sollen. An derselben Stelle, von wo aus er am Sonnabend gesprochen, wo er die Zeichen der Verehrung entgegengenommen hatte, stand am folgenden Mittwoch der Sarg, der seinen Leichnam umschloss; statt der fröhlich beglückwünschenden Menge der Schüler und Lehrer füllte eine leidtragende Versammlung den Saal, um dem Toten die letzte Ehre zu erweisen, und am grünen Donnerstag wurde er in seiner Vaterstadt im alten Sachsenlande unter seinen Ahnen beigesetzt, der echte Sachsensohn voll Kraft und Zähigkeit, mit wenigen nahen Freunden im Geleite, die es sich nicht hatten nehmen lassen, trotz der Ferne und des niederströmenden Regens dem Entschlafenen bis zur Gruft zu folgen.

In tiefer Erschütterung können wir nichts thun, als in die Trauerklagen über den Verlust dieses Mannes einzustimmen. Rastlos arbeitend, immer zum Guten strebend, reich an Wissen und an Verstand, lauter im Denken und im Handeln, reinen Herzens und wohlwollenden Gemütes, den Blick nach oben mit dem Ehrgeize gerichtet, für die Menschheit die besten Güter zu erringen und zu bewahren, suchte er in seinem Leben das Ideal zu verwirklichen, das er sich früh gebildet hatte. Treu in der Freundschaft, ein liebender Gatte, ein sorglicher und hingebender Vater, dem als solcher grosser Schmerz nicht erspart blieb; mit diesen Tugenden geschmückt,

wandelte er unter uns, so wird sein Bild mit uns weiter leben. Als hervorragender Pädagoge von umfassendem Wissen und originalen Gedanken wird er in der Geschichte des Unterrichtes seine Stelle behalten; als sorgfältiger Leiter des Jahresberichtes der Physik während einer grossen Reihe von Jahren wird sein Name unter den Physikern späterer Geschlechter bewahrt bleiben. Als eine Idealgestalt des neunzehnten Jahrhunderts wird er bei den vielen Tausenden, die zufolge seiner mannigfaltigen Thätigkeit mit ihm in Berührung gekommen sind, in gesegnetem Andenken stehen.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. Nr. 7.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 3. Mai 1901.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Vor Eintritt in die Tagesordnung teilt der Vorsitzende mit, dass am Sonntag den 5. Mai Mittags 12 Uhr in der Aula des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums eine Gedächtnisfeier für den verstorbenen Geh. Regierungsrat Dr. B. SCHWALBE stattfinden wird, zu der die Mitglieder der Gesellschaft durch das diese Feier veranstaltende Comité eingeladen sind.

Ferner macht der Vorsitzende darauf aufmerksam, dass in den Osterferien die „Société Française de Physique“ zu Paris eine Ausstellung von physikalischen Apparaten veranstaltet hat und dass im Anschlusse daran eine Reihe von Conférences abgehalten worden sind.

Der bisherige Rechnungsführer Hr. **M. Planck** erstattet Bericht über Einnahme und Ausgabe der Gesellschaft im Jahre 1900 und legt die weiter unten abgedruckte Vermögensbilanz sowie die Uebersicht des Gewinn- und Verlustcontos der Gesellschaft vor.

Hr. **E. Lampe** beantragt gemeinsam mit Hrn. **J. Lange** die Entlastung zu erteilen, da die vorgenommene Revision der Rechnungen, Bücher etc. alles in bester Ordnung ergeben habe. Dieser Antrag wird angenommen, worauf der Vorsitzende dem Rechnungsführer den Dank der Gesellschaft für seine Mühewaltung unter dem Beifall der Anwesenden ausspricht.

Der von Hrn. **M. Planck** darauf vorgelegte Voranschlag für Einnahmen und Ausgaben des neuen Geschäftsjahres wird einstimmig angenommen.

Aus den nunmehr durch Acclamation vorgenommenen Wahlen geht der neue Vorstand in folgender Zusammensetzung hervor:

Hr. L. Boltzmann, Vorsitzender.

Hr. E. Warburg, Stellvertretender geschäftsführender Vorsitzender.

Hr. W. von Bezold,
Hr. F. von Hefner-Alteneck,
Hr. O. Lummer, } Stellvertretende Vorsitzende.

Hr. M. Planck, Rechnungsführer.

Hr. Frh. von Seherr-Thoss,
Hr. E. Jahnke, } Revisoren.

Hr. H. du Bois, Schriftführer.

Hr. U. Behn,
Hr. F. Kurlbaum, } Stellvertretende Schriftführer.

Hr. H. Starke, Bibliothekar.

Hr. R. Defregger, Stellvertretender Bibliothekar.

Nach Schluss der Sitzung tritt der neugewählte Vorstand zusammen und es werden von ihm cooptirt:

Hr. A. König als Herausgeber der Verhandlungen der Gesellschaft.

Hr. K. Scheel
Hr. R. Assmann } als Redacteure der „Fortschritte der Physik“.

Als Mitglieder des wissenschaftlichen Ausschusses werden dann gewählt:

Hr. L. Boltzmann;	Stellvertreter:	Hr. P. Drude.
Hr. G. Quincke;	„	Hr. E. Wiedemann.
Hr. A. Wüllner;	„	Hr. M. Wien.
Hr. A. Voller;	„	Hr. H. Krüss.
Hr. F. Kohlrausch;	„	Hr. O. Lummer.
Hr. M. Planck;	„	Hr. H. Rubens.

Hr. **M. Thiesen** macht im Anschluss an seinen in der vorigen Sitzung gehaltenen Vortrag eine kurze Bemerkung

über die Bohr'sche Anomalie.

Hr. **E. Pringsheim** entwickelt dann

eine einfache Herleitung des Kirchhoff'schen Gesetzes.

Hr. **E. Aschkinass** spricht darauf nach gemeinschaftlich mit Hrn. **Cl. Schaefer** angestellten Versuchen

über den Durchgang elektrischer Wellen durch Resonatorensysteme.

Hr. **O. Lummer** legt zum Schlusse eine Mitteilung vor, welche eine

neue Interferenzmethode zur Auflösung feinster Spectrallinien

betrifft, deren ausführlicher Vortrag aber wegen Zeitmangel auf die nächste Sitzung verschoben wird.

Als Mitglied wird in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. H. Friedrichsen, Tempelhof, Berliner Strasse 101.

Vermögens-Bilanz
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft
am 31. December 1900.

Activa.	Mark	Pf.	Passiva.	Mark	Pf.
Bibliothek	13 000	—	Capital-Conto	30 076	95
Effecten (Preussische Consols)	14 892	35	Friedr. Vieweg & Sohn	1 250	20
Depositengelder (bei der Deutschen Bank)	3 246	17	Stiftungsfest-Conto	149	08
Versicherungs-Conto	18	60	Gewinn- und Verlust-Conto	700	89
Fortschritte der Physik. Bd. 55. (1899.)	522	50			
„ „ „ Bd. 56. (1900.)	471	—			
„ „ „ Bd. 57. (1901.)	21	—			
Durchlaufende Rechnungen	5	50			
	32 177	12		32 177	12

Berlin, 27. April 1901.

M. Planck, Rechnungsführer.

Revidirt und richtig befunden: **E. Lampe. J. Lange.**

Gewinn- und Verlust-Conto

am 31. December 1900.

Debet.	Mark	Pf.	Credit.	Mark	Pf.
Bureaubeamter	256	42	Vortrag vom Jahre 1899	800	71
Bote, Diener	608	90	Beiträge von 161 Berliner Mitgliedern 1900. I.	1 610	—
Bücher, Zeitschriften	1 088	33	„ „ 157 „ „ 1900. II.	1 570	—
Buchbinder	496	60	„ „ 148 Auswärtigen Mitgliedern 1900.	740	—
Bibliothek, Inventar	311	30	Zinsen von Wertpapieren	525	—
Verhandlungen	255	—	Zinsen von Depositengeldern	55	30
Fortschritte der Physik. Bd. 54. (Verlag)	79	64			
„ „ „ Bd. 54. (Redaction)	547	58			
Laufende Auslagen der Redacteure	98	62			
Versicherung	19	—			
Drucksachen, Schreibmaterialien	238	35			
Porti	471	68			
Extraordinaria	178	70			
Vortrag für das Jahr 1901	700	89			
	5 301	01		5 301	01

Vorstehender Etat-Abschluss ist von der Gesellschaft genehmigt.

Berlin, 3. Mai 1901.

E. Warburg.

Ueber die Bohr'sche Anomalie;
von M. Thiesen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 3. Mai 1901.)
(Vgl. oben S. 77.)

In der letzten Sitzung dieser Gesellschaft habe ich das vorläufige Resultat von Versuchen mitgeteilt, bei denen die von Bohr angegebene und zum Teil von anderen Beobachtern bestätigte Anomalie im Verhalten des Sauerstoffs bei einem Druck von 0,7 mm Quecksilber jedenfalls nicht in der von Bohr angegebenen Grösse vorhanden war, Sauerstoff vielmehr, wenn man Fehler von einigen Tausendsteln des Millimeters in den Druckmessungen zuliess, vollkommen das Boyle-Mariotte'-sche Gesetz erfüllte.

In derselben Sitzung wurde mitgeteilt, dass auch Lord Rayleigh ein ähnliches Resultat ankündigt.

Inzwischen glaube ich aber doch in meinen Versuchen Spuren der Anomalie entdeckt zu haben und bin zu der Ansicht gekommen, dass eine solche auf den Einfluss der Wände zurückzuführen wäre. Ich beabsichtige durch weitere Versuche die Frage zu klären.

Einfache Herleitung des Kirchhoff'schen Gesetzes[1]; *von E. Pringsheim.*

(Vorgetragen in der Sitzung vom 8. Mai 1901.)

(Vgl. oben S. 77.)

In einem geschlossenen Raume von überall gleicher Temperatur, dessen Wände gegen Strahluug undurchlässig sind, befinde sich ein beliebiger Körper K. Die gesamte Strahlungsenergie, welche er in der Zeit 1 aussendet, sei E, in der gleichen Zeit falle auf ihn die Strahlung e, von welcher er die Menge A e absorbire. Falls es sich um reine Temperaturstrahlung handelt, also alle Luminescenzvorgänge ausgeschlossen sind, muss nach dem Carnot'schen Princip

$$E = A\,\mathrm{e} \tag{1}$$

sein.

Die Gleichung (1) wenden wir auf eine sehr kleine Kugel an, welche in verschiedenen Richtungen für die verschiedenen Wellenlängen ein ganz verschiedenes Reflexions- und Extinctionsvermögen, daher auch ein ganz verschiedenes Absorptionsvermögen besitzt. Denken wir uns die Kugel um ihren Mittelpunkt gedreht, so kann die auf sie einfallende Strahlung e nur verschwindend wenig verändert werden, da für diese Aenderung nur derjenige Teil der Strahlung in Betracht kommt, welcher von der kleinen Kugel ausgegangen ist und ihr durch Reflexion und Brechung an den übrigen Körpern des Hohlraumes wieder zurückgesandt wird. Wenn in der Strahlung e bestimmte Richtungen der Strahlung oder der Polarisation bevorzugt wären, so würde sich bei der Drehung der Kugel die Grösse A für diese Strahlung stark ändern müssen, also würde auch A e eine starke Aenderung erleiden. Dies ist aber nicht möglich, weil E von der Lage der Kugel

---

1) Teilweise schon enthalten in meinem Rapport présenté au Congrès international de Physique, Paris 1900 (Sur l'émission des Gaz.).

vollkommen unabhängig ist und es kann daher in e keine Vorzugsrichtung vorhanden sein.

Ist

$$\mathrm{e} = \int_0^\infty e_\lambda \, d\lambda, \tag{2}$$

bedeutet also e_λ die zwischen den Wellenlängen λ und $\lambda + d\lambda$ enthaltene Strahlungsenergie und ist A_λ das Absorptionsvermögen des jetzt wieder beliebig gedachten Körpers K für ungerichtete Strahlung der Wellenlänge λ, so ist:

$$A = \frac{\int_0^\infty A_\lambda e_\lambda \, d\lambda}{\mathrm{e}},$$

oder:

$$E = \int_0^\infty A_\lambda e_\lambda \, d\lambda.$$

Bringt man nun der Reihe nach denselben Körper K in eine beliebige Anzahl verschiedener Räume, welche alle die gleiche Temperatur besitzen, aber an Gestalt und Beschaffenheit der in ihnen enthaltenen Körper ganz verschieden sind, so bleibt die Emission der Körper K unverändert, ebenso sein Absorptionsvermögen A_λ für jede bestimmte Strahlenart. Wenn in diesen verschiedenen Räumen die auf K auffallende Strahlung e_λ verschieden wäre, etwa der Reihe nach $e_{1\lambda}$, $e_{2\lambda} \ldots e_{n\lambda}$, so würden wir ein System von beliebig vielen Gleichungen der Form:

$$\int_0^\infty A_\lambda e_\lambda d\lambda = \int_0^\infty A_\lambda e_{1\lambda} d\lambda = \ldots = \int_0^\infty A_\lambda e_{n\lambda} d\lambda$$

erhalten. Da der Körper K ganz willkürlich, A_λ daher eine ganz willkürliche von e_λ unabhängige Function von λ ist, so kann diesem System von Gleichungen allgemein nur genügt werden, wenn

$$e_\lambda = e_{1\lambda} = \ldots = e_{n\lambda}$$

ist. Aus Gleichung (2) folgt, dass die Strahlung e derjenigen gleich ist, welche der Körper K aussenden würde, wenn für ihn $A = 1$ wäre, wenn er also der KIRCHHOFF'sche vollkommen schwarze Körper wäre.

Also: In einem gleichtemperirten Raume, dessen Wände für Strahlung undurchlässig sind, ist die Strahlung von der Form des Raumes und der Natur der in ihm enthaltenen Körper unabhängig. Diese Strahlung ist quantitativ und qualitativ gleich derjenigen, welche ein vollkommen schwarzer Körper aussenden würde, falls ein solcher existirte.

Wir betrachten jetzt diejenige Energie, welche das Flächenelement ds_1 des Körpers K einem anderen, in dem gleichen Hohlraum befindlichen weit entfernten Flächenelement ds_2 zustrahlt. Als Emissionsvermögen E_λ des Körpers K bezeichnen wir mit Kirchhoff diejenige Eigenstrahlung, welche in der Zeit 1 von ds_1 nach ds_2 gelangt, der Wellenlänge λ angehört und eine bestimmte Polarisationsrichtung besitzt. In dem gleichmässig temperirten Hohlraum geht von ds_1 die Strahlung des schwarzen Körpers aus, die gesamte Energie der betrachteten Art also, welche von ds_1 nach ds_2 gelangt, ist e_λ, wenn e_λ das Emissionsvermögen des schwarzen Körpers unter den gleichen Bedingungen bedeutet. Es ist:

$$e_\lambda = E_\lambda + G_\lambda,$$

wenn wir mit G_λ die geborgte Strahlung des Elementes ds_1 bezeichnen, d. h. diejenige Energie, welche an reflectirter bez. durch K hindurchgegangener Strahlung der betrachteten Art von ds_1 ausgeht und nach ds_2 gelangt. Nach dem Reciprocitätsgesetze in Verbindung mit dem von Kirchhoff abgeleiteten Satze für die gegenseitige Zustrahlung schwarzer Flächen ist die Menge dieser von den übrigen im Hohlraum enthaltenen Körpern ausgehenden Strahlung, welche durch Vermittelung des Elementes ds_1 nach ds_2 gelangt, genau gleich der Menge gleichartiger Strahlung, welche auf demselben Wege in umgekehrter Richtung von ds_2 ausgegangen ist und durch Vermittelung von ds_1 zu den anderen Körpern des Hohlraumes gelangt. Denn diese Körper senden ebenso wie ds_2 alle die schwarze Strahlung aus. Nun gelangt von den betrachteten Strahlen, welche von ds_2 ausgehen, in der Zeit t die Menge e_λ nach ds_1. Ist A_λ das Absorptionsvermögen des Körpers K für diese Strahlen, so absorbirt er davon die Energie $A_\lambda\, e_\lambda$, während der Rest $(1 - A_\lambda)\, e_\lambda$ von ds_1 teils hindurchgelassen, teils reflectirt

wird und an die übrigen Körper des Raumes gelangt. Dieser Rest ist also gleich G_λ und es wird:

$$e_\lambda = E_\lambda + (1 - A_\lambda)\, e_\lambda$$

oder:

$$E_\lambda = A_\lambda\, e_\lambda. \tag{3}$$

Diese Gleichung stellt das KIRCHHOFF'sche Gesetz dar.

Die gegebene Herleitung sieht ab von den von KIRCHHOFF gemachten Annahmen, dass vollkommen schwarze Körper, vollkommene Spiegel und vollkommen diatherme Substanzen möglich sind, Annahmen, welche nicht ohne Schwierigkeiten sind, besonders wenn sie sich auf alle möglichen Wellenlängen zwischen 0 und ∞ beziehen sollen.

Eine neue Interferenzmethode zur Auflösung feinster Spectrallinien;
von O. Lummer.

(Angemeldet in der Sitzung vom 3. Mai 1901.)

(Vgl. oben S. 77.)

In meiner Dissertation[1]) habe ich ausführlich die Interferenzringe discutirt, welche eine vollkommen planparallele durchsichtige Platte zeigt, wenn man durch sie nach einer ausgedehnten homogenen Lichtquelle blickt und auf Unendlich accommodirt. Statt des blossen Auges bedient man sich besser eines Fernrohres. Da diese Ringe ihr Entstehen den an beiden Flächen der Platte reflectirten Strahlen verdanken und die Phasendifferenz der interferirenden Strahlen nur von der Neigung gegen die Plattennormale abhängen, habe ich sie als „Curven gleicher Neigung" bezeichnet. Im Gegensatz hierzu gab ich den Interferenzen an ungleich dicken, durchsichtigen Platten, wie sie das NEWTON'sche Farbenglas zeigt, die Bezeichnung „Curven gleicher Dicke". Dahin gehören auch die von FIZEAU an dicken Platten beobachteten Interferenzcurven, welche man bei Accommodation auf die Plattenoberfläche sieht und bei denen längs jeder Curve die Dicke die gleiche ist.

Die von mir discutirten Interferenzringe an planparallelen Platten sind übrigens vor mir schon von HAIDINGER[2]) beobachtet und von MASCART[3]) auch richtig erklärt worden,

---

1) O. LUMMER, „Ueber eine neue Interferenzerscheinung an planparallelen Glasplatten und eine Methode, die Planparallelität solcher Gläser zu prüfen", Wied. Ann. **23.** p. 49—84. 1884.

2) W. HAIDINGER, Pogg. Ann. **77.** p. 219. 1849.

3) M. MASCART, Ann. de Chim. et de Phys. (4) **23.** p. 116. 1871.

ohne aber in ihrer Tragweite erkannt worden zu sein. Durch Gegenüberstellung der „Curven gleicher Neigung" und der „Curven gleicher Dicke" gelang es mir, schon damals drei wichtige Eigenschaften und Vorzüge der Planparallelitätsringe zu erkennen, zu denen sich jetzt eine vierte, ihre Auflösungskraft feinster Spectrallinien gesellt. Da diese neue Eigenschaft innig mit jenen verbunden ist, ja sogar aus ihnen herausgelesen werden konnte, so will ich zunächst an jene erinnern.

1. Aus dem Wechsel der Helligkeit des Ringcentrums beim Verschieben der Platte längs ihrer Oberfläche kann man die Dickenänderung von Stelle zu Stelle bis auf Bruchteile einer halben Wellenlänge (unter $^1/_{10\,000}$ mm) messbar verfolgen.[1]) Aber auch schon die Abweichung der Curvengestalt von der Kreisform giebt Aufschluss über die geringsten Dickenunterschiede.

2. Nur durch die „Interferenzcurven gleicher Neigung" kann die Frage endgültig gelöst werden, wie lange ein Aetherteilchen gleichmässig schwingt, d. h. interferenzfähig bleibt. Diese von mir zur These gewählte Folgerung konnte ich damals aus Mangel an genügend dicken Platten nicht prüfen.[2])

3. Bei einer Glasplatte von mehreren Millimetern Dicke treten viele Tausende von Ringen auf, welche am Fadenkreuz-

---

1) Wie wenig bekannt diese Methode geworden ist, geht aus den Worten von Perot und Fabry hervor, welche noch 1899 Ann. de Chim. et Phys. (7) **16.** glauben hervorheben zu müssen, dass „l'observation de ces anneaux pourrait fournir aux constructeurs un moyen extrêmement précis de vérifier l'uniformité d'épaisseur d'une lame épaisse etc."

2) Inzwischen haben A. A. Michelson und neuerdings Perot und Fabry gezeigt, dass mittels der an planparallelen Luftplatten erzeugten Ringe thatsächlich Interferenzen bis über 400000 bez. 750000 Wellenlängen Gangunterschied nachweisbar sind. Uebrigens befindet sich H. Kayser im Irrtum, wenn er glaubt, dass man auch mittels der Curven gleicher Dicke beliebig hohe Interferenzen erhalten kann, wenn nur die benutzte Lichtquelle absolut homogen ist (vgl. H. Kayser: „Handbuch der Spectroskopie, Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1900, Bd. I. p. 584). Wie ich in meiner Dissertation ausführlich erörtert habe, zerstören sich die „Curven gleicher Dicke" wegen der Grösse der Pupille des beobachtehden Auges nach 50000 Wellenlängenunterschied, auch wenn das Licht absolut homogen ist und ein Aetherteilchen unendlich lange gleichmässig schwingt.

schnittpunkt vorbeiwandern, wenn man von senkrechter zu immer schrägerer Incidenz übergeht. Der Winkelabstand benachbarter Ringe (bez. Ringsegmente) durchläuft hierbei ein Minimum, um bei streifender Incidenz wieder beträchtlich zu werden. Dabei nimmt die Sichtbarkeit der Ringe unter Anwendung von Natriumlicht abwechselnd ab und zu. Die Stellen, an denen die Ringe so gut wie gar nicht sichtbar waren, nannte ich „neutrale Stellen". Es waren deren bei einer Platte von 4,52 mm Dicke fünf vorhanden und zwar bei den Incidenzwinkeln von rund 22, 35, 45, 56 und 67°.

Wir wollen hier an die damals gegebene Erklärung dieser „neutralen Stellen" anknüpfen und die neue Frage hinzunehmen, wie der Verlauf der Erscheinung bei Zugrundelegung anderer Lichtarten sich gestalten müsste bez. unter welchen Bedingungen man auch beim Natriumlicht an den neutralen Stellen die Ringe sehen würde.

Wie man aus der Interferenzerscheinung am Newton'schen Farbenglas weiss, entstehen bei Anwendung weissen Lichtes nur wenige Farbenringe, da sich die den verschiedenen Farben zukommenden Ringe höherer Ordnungszahl überlagern und zerstören. Sehr viel mehr Ringe sieht man bei Anwendung des Natriumlichtes. Aber auch dieses im wesentlichen zwei Einzelwellen enthaltende Licht giebt nur eine beschränkte Anzahl von Interferenzen, da auch hier bei genügend hoher Ordnungszahl die Maxima der einen Welle auf die Minima der anderen fallen, sodass eine gegenseitige Störung eintreten muss.

Die Störung ist eine vollkommene und die Streifen verschwinden gänzlich, falls die Intensität der beiden Wellen die gleiche und der Intensitätsabfall vom Maximum zum Minimum der Interferenzerscheinung durch die Gestalt einer Sinuscurve dargestellt wird.

Ist λ die Länge der einen, λ' die der anderen absolut homogen gedachten Welle, so findet mit wachsendem Gangunterschied abwechselnd „Dissonanz" und „Consonanz" der den beiden Wellen entsprechenden Ringsysteme an Planparallelplatten statt, indem sich einmal die Minima des einen Ringsystems auf die Maxima des anderen lagern, dann die Maxima

auf die Maxima etc. Der Gangunterschied p, für den zum ersten Male Dissonanz eintritt, ist gegeben durch die Gleichung:

$$2p\frac{\lambda}{2} = (2p+1)\frac{\lambda'}{2},$$

da nach p ganzen Wellenlängen der Welle λ die andere Welle λ' gerade einen Vorsprung von einer halben Wellenlänge hat.

Für die Linien des Natriumlichtes:

$$\lambda = 589{,}5\ \mu\mu \quad \text{und} \quad \lambda' = 588{,}9\ \mu\mu$$

wird $p = 491$, d. h. es tritt eine Dissonanz erst nach Ablauf von 491 Ringen statt. Natürlich muss sich die Dissonanz wiederholen nach $3p$, $5p$ etc. Wellenlängen Gangunterschied, während nach $2p$, $4p$ etc. Ringen vollständige Consonanz eintreten wird.

Für zwei Farben, deren Wellenlängen sich nur um den sechzigsten Teil der Differenz der D-Linien unterscheiden, ist:

$$\lambda = 589{,}5\ \mu\mu \quad \text{und} \quad \lambda' = 589{,}49\ \mu\mu,$$

und für sie würde $p = 29475$ werden, d. h. erst nach Verlauf von über 29000 Ringen würde eine Dissonanz eintreten oder die erste neutrale Stelle zu bemerken sein.

Nun ist die Phasendifferenz der Planparallelitätsringe allgemein gegeben durch die Gleichung:

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2 e},$$

wo d die Dicke, n der Brechungsindex der Platte und e der Distanzwinkel (gerechnet vom Lot) des betrachteten Ringes ist. Sie ist für das Centrum gleich $2nd$ und für streifende Incidenz gleich $2d\sqrt{n^2-1}$. Die erste Dissonanz tritt also für die D-Linien im Ringcentrum schon bei einer Plattendicke von 0,095 mm, für die 60 mal engeren Linien erst bei der Dicke von 5,711 mm ein, wo die D-Linien beinahe acht neutrale Stellen zeigen würden.

Kennt man das Verhältnis der Intensitäten der zu combinirenden Wellenlängen, so kann man leicht das Aussehen

des Phänomens berechnen, welches mit steigender Phasendifferenz eintreten muss. Umgekehrt kann man aus der Art des Verschwindens und Wiedererscheinens der Interferenzringe auf die Homogenität des Lichtes einen Rückschluss ziehen.

Es ist das grosse Verdienst MICHELSON's[1]), auf diese Weise zuerst nachgewiesen zu haben, dass die meisten für homogen gehaltenen Lichtarten zusammengesetzterer Natur sind und dass nur die rote Cadmiumlinie einfach zu sein scheint. MICHELSON bediente sich zu diesem Nachweis der an einer planparallelen Luftplatte variabler Dicke erzeugten Interferenzringe, wobei er sich freilich auf senkrechte Incidenz beschränken musste. Hierbei sei erinnert an den berühmten Versuch von FIZEAU.[2]) Indem FIZEAU die beiden Teile des NEWTON'schen Farbenglases langsam mit Hülfe einer Mikrometerschraube voneinander entfernte, konnte er bei Anwendung von Natriumlicht etwa 52 mal das periodische Verschwinden und Wiederauftreten der den beiden Natriumlinien entsprechenden NEWTON'schen Ringe „gleicher Dicke" beobachten.

Nur bei Anwendung der roten Cadmiumlinie erhielt MICHELSON Interferenzen von mehreren Hunderttausend Wellenlängen, ohne dass je ein Verschwinden oder Verwaschen der Ringe eintrat. Hier ist der Rückschluss eindeutig, dass diese Lichtart homogen ist. Dagegen enthalten die aus der Art des Verschwindens auf die Zusammensetzung des Lichtes gezogenen Rückschlüsse meist etwas Willkürliches.

Thatsächlich vermochten 1897 die Herren PEROT und FABRY[3]) die Resultate MICHELSON's zu modificiren und die

1) A. A. Michelson, Phil. Mag (5) **31.** p. 338—346. 1891; **34.** p. 280—299. 1892; Journ. de Phys. (3) **3.** p. 5—22. 1894. Vgl. auch H. KAYSER, Lehrbuch der Spectroskopie p. 585 ff.

2) H. FIZEAU, Ann. de chim. et phys. (3) **66.** p. 429 ff. 1862.

3) A. PEROT u. CH. FABRY, Ann. de chim. et phys. (7) **12.** p. 459 bis 501. 1897; Compt. rend. 1897, 1898, 1899 und 1900; Ann. de chim. et phys. (7) **16.** 1899 und Bulletin Astron. Janvier 1899; vgl. auch M. HAMY, Compt. rend. **125.** p. 1092—1094. 1897. Das von MICHELSON angegebene „Stufenspectroskop" [Astrophys. Journal **8.** p. 36—47. 1898 und Journ. de phys. (3) **8.** p. 305—314. 1899] leistet ebenfalls eine vollkommene Trennung sehr enger Spectrallinien. Näheres vgl. in KAYSER's Lehrbuch der Spectroskopie p. 482 ff.

Methode der Auflösung feinster Linien durch Interferenz ihres hypothetischen Charakters zu entkleiden. Sie bedienen sich ebenfalls der Interferenzringe an einer planparallelen Luftplatte von variabler Dicke, welche durch die einander parallel gestellten Flächen zweier schwach prismatischen Glasplatten gebildet wird. Dadurch, dass sie diese die Luftplatte begrenzenden Oberflächen mit einer durchsichtigen Silberschicht überziehen, erreichen PEROT und FABRY, dass die Ringsysteme zweier Wellenlängen sich bei der Dissonanz nicht auslöschen, sondern gleichzeitig dem Auge sichtbar werden. Lässt man die Dicke der planparallelen Luftplatte von Null an grösser und grösser werden, so beginnen je nach der Wellenlängendifferenz der beiden Farben die Ringe sich früher oder später in zwei zu spalten, indem an den Stellen der Dissonanz die Minima des einen Systems genau inmitten der Minima des andern Systems auftreten, um bei weiter wachsendem Gangunterschied sich wieder einander näher und näher zu rücken und schliesslich in ein Ringsystem zusammenzufliessen.

PEROT und FABRY sind durch die Discussion der Intensitätsformel für die NEWTON'schen Ringe unter Berücksichtigung der vielfach an der Luftlamelle reflectirten Strahlen darauf geführt worden, die Begrenzungsfläche ihrer Luftplatte zu versilbern, um eben vielfach reflectirte Strahlen zu erhalten. Solange nämlich nur die bei gewöhnlicher Reflexion auftretenden zwei Spiegelbilder (infolge Reflexion an der vorderen und hinteren Fläche der Planparallelplatte) wirksam sind, geht der Intensitätswechsel zwischen den Minimis und Maximis nach Art einer Sinuslinie vor sich, sodass die beiden Ringsysteme sich bei der Dissonanz auslöschen müssen, zumal wenn die Intensität beider Wellensorten die gleiche ist.

Ist hingegen der Intensitätsabfall, wie bei den Gittererscheinungen, vom Maximum zum Minimum ein rapider, dann löschen sich die beiden Ringsysteme nicht nur nicht aus, sondern es treten an den Stellen der Dissonanz deutlich die Maxima des einen Ringsystems auf den Minimis des anderen hervor. Die grössere oder geringere Deutlichkeit hängt von der relativen

Intensität beider Wellenarten ab, die Schmalheit und Schärfe der einzelnen Maxima jedoch vom Intensitätsabfall allein.

Zur eingehenden Betrachtung des Einflusses der vielfach reflectirten Strahlen auf den Intensitätsabfall und die Schärfe der Streifen wurde ich ohne Kenntnis der PEROT und FABRY'schen Arbeiten durch das Studium der „Complementärerscheinung im reflectirten Lichte" angeregt[1]), welche ihre Existenz lediglich den vielfach reflectirten Strahlen verdankt.

Erzeugt man eine planparallele Luftschicht zwischen den Hypotenusenflächen zweier rechtwinkligen Glasprismen und beobachtet die in der Nähe der totalen Reflexion auftretenden Interferenzringe, so erhält man einen ganz verschiedenen Intensitätsabfall je nach der Anzahl der mitwirkenden, vielfach reflectirten Strahlen. Diesen Zusammenhang kann man bequem studiren bei der von mir angegebenen Versuchsanordnung, bei welcher ein enges einfallendes Strahlenbündel nach erlittener Reflexion als eine Schar räumlich getrennter Strahlenbündel austritt, die man beliebig abblenden kann, ehe sie vom Fernrohre in einem Punkte zur Interferenz gebracht werden.

Stellt man die das einfallende Büschel begrenzende Oeffnung so, dass möglichst viele Strahlenbündel sich entwickeln können, so entstehen im reflectirten Lichte nahe der Totalreflexion haarscharfe Minima und im durchgehenden Lichte haarscharfe Maxima. Sei es nun, dass man die vielfach reflectirten Strahlenbündel der Schar abblendet oder sich von der Grenze der Totalreflexion allmählich entfernt, wodurch von selbst die Anzahl der Spiegelbilder kleiner und kleiner wird, bei beiden Operationen nimmt die Schärfe der Interferenzringe ab. Also nur wenn möglichst viele Spiegelbilder der Eintrittsöffnung mitwirken, welche man übrigens bei Fortnahme des Oculars deutlich vor dem Objectiv liegen sieht, ist der Intensitätsabfall ein steiler und die Definition der Streifen eine vorzügliche. Die Complementärerscheinung entsteht durch Abblendung des ersten und zweiten Spiegelbildes; demnach ist

---

1) O. LUMMER, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin vom 3. Mai 1900. p. 504—513.

auch sie nur innerhalb eines sehr kleinen Bereiches, nahe der Totalreflexion, lichtstark und scharf ausgeprägt, da nur hier eine grosse Anzahl von Spiegelbildern entsteht.

Bei Mitwirkung einer recht grossen Zahl vielfach reflectirter Büschel, bei Anwendung des Quecksilberlichtes [1]) und unter Benutzung einer Luftlamelle geringer Dicke gehört die Complementärerscheinung mit ihren farbigen haarscharfen Maximis auf dunklem Grunde zu den schönsten Interferenzerscheinungen, die ich kenne. Entsprechend dem verschiedenen Winkel der Totalreflexion entwickeln die verschiedenen Farben ihre Systeme an verschiedenem Orte der Brennebene des Beobachtungsfernrohres, sodass die blauen erst beginnen, wenn die roten schon an Zahl beträchtlich sind. Entsprechend der ausserordentlichen Schärfe und Feinheit der Streifen sieht man auch da, wo sich die verschiedenen Farben überlagern, alle verschiedenfarbigen Streifen deutlich nebeneinander.

Abgesehen von dem theoretischen Interesse, welches diese Erscheinung darbot, erschien sie mir noch aus einem anderen praktischen Grunde interessant. Ich glaubte nämlich, dass die durch vielfache Reflexion in der Nähe der Totalreflexion erhaltene Schar von Strahlenbündeln in ihrer Wirkung dem Stufenspectroskop von MICHELSON ähneln, an Leistung dasselbe aber überbieten müsste, falls nur die Anzahl der vielfach reflectirten Büschel die Anzahl der Stufen übertreffen und ausserdem die Phasendifferenz zwischen den homologen Strahlen benachbarter Büschel derjenigen zweier Stufen gleichkommen würde.

Leider erreicht man bei einer Luftplatte zwischen zwei Prismen niemals beide Bedingungen zugleich, auch wenn man die Luftplatte noch so dick wählt. Stets sind in der Nähe der Totalreflexion, also gerade da, wo die vielfachen Strahlen wirksam sind, die Phasenunterschiede benachbarter Bündel

1) Ich bediene mich der ARONS'schen Quecksilberlampe in der von mir angegebenen Form (vgl. Vereinsblatt d. Deutschen Gesellsch. für Mechanik u. Optik Nr. 12. p. 93. 1896; vgl. auch L. ARONS, Wied. Ann. 58. p. 73, Anmerkung. 1896 und EDER's Jahrbuch f. Photogr. 1896.

sehr unerheblich. Im Grenzfalle der Totalreflexion ist der Gangunterschied sogar gleich Null.

Um den Vorteil der vielfach reflectirten Strahlen, den rapiden Intensitätsabfall der Interferenzringe nämlich, mit demjenigen einer grossen Wegdifferenz zwischen benachbarten Büscheln einer Schar zu vereinigen, verliess ich daher die Luftplatte zwischen zwei rechtwinkligen Prismen und kehrte zu den in meiner Dissertation behandelten Ringen an einer planparallelen Glasplatte zurück.

Dass man die Complementärerscheinung auch an einer Glasplatte beobachten kann, wenn man streifende Incidenz wählt, habe ich schon in der betreffenden Abhandlung erwähnt. Um aber eine grosse Anzahl vielfacher Bilder zu erhalten, bedurfte es planparalleler Platten von relativ grossen Dimensionen.

Hier mussten sich bei schräger Incidenz der Strahlen und bei genügender Dicke der Platte beide Vorteile von selbst darbieten. Meine Erwartung bestätigte sich vollkommen, als ich aus der optischen Werkstätte von Hrn. Haecke in Berlin eine vorzügliche planparallele Glasplatte von 15 cm Durchmesser und etwa 5,3 mm Dicke erhielt, welche er mir gütigst zur Verfügung stellte. Die mit Hülfe der Ringe untersuchte Platte muss als ein Meisterwerk der Glasschleifekunst hingestellt werden, da sie längs eines Durchmessers kaum zwei Wechsel der Helligkeit des Ringcentrums zeigt. Entsprechend ihrer Ausdehnung entwickelt sie bei streifender Incidenz eine grosse Anzahl von Spiegelbildern und demgemäss sind hier die Minima im reflectirten Lichte (bez. die Maxima der Complementärerscheinung) von grosser Feinheit und Schärfe.

Zunächst erlebte ich auch hier eine Enttäuschung. Indem ich das im Knallgasgebläse erzeugte Natriumlicht verwendete, erhielt ich selbst bei der grössten Anzahl vielfach reflectirter Strahlenbündel gar keine Interferenzen. Nur wenn ich die Lichtstärke des Natriumlichtes genügend verringerte, erschienen bestenfalls verwaschene Streifen. Es machte sich hier derselbe Uebelstand geltend, der mir bei meiner Doctorarbeit einen Streich gespielt und mich statt der gleichzeitigen Sichtbarkeit beider Systeme der D-Linien, lediglich deren neutrale Stellen beobachten liess. Der Grund ist

folgender: Macht man, um viele Bilder zu erhalten, das Natriumlicht recht intensiv (Natronstift im Knallgasgebläse), dann verbreitern sich die *D*-Linien so sehr, dass jede ein ganzes Conglomerat von Wellen darstellt, die sich in ihrer Wirkung bei so hohem Gangunterschiede notwendig zerstören müssen. Um daher hier überhaupt noch Interferenzstreifen zu erhalten, muss man das Natriumlicht recht lichtschwach nehmen. Damit fallen aber die vielfach reflectirten Strahlen fort und die Ringe treten bestenfalls an den Stellen der Consonanz auf, während sie bei vorhandener Dissonanz wegen des sinusartigen Intensitätsabfalles die „neutralen Stellen" bilden.

Sobald ich die Natriumlichtquelle durch die Quecksilberlampe ersetzte, sah ich bei streifender Incidenz die schärfsten Streifen trotz der verschiedenfarbigen im Quecksilberlicht enthaltenen Lichter. Dass diese sich in ihrer Wirkung nicht aufheben, spricht einesteils für deren Homogenität, anderenteils für die Feinheit der Streifen.

Um jede einzelne Lichtsorte für sich prüfen zu können, schaltete ich in den Strahlengang mehrere RUTHERFORD'sche Prismen ein, sodass die Anordnung folgende war: Quecksilberlampe, Collimatorrohr, Prismen, kleine variable Oeffnung, Glasplatte, Fernrohr. Besonders fasste ich die beiden gelben Linien des Hg-Lichtes ins Auge, deren Abstand voneinander über dreimal so gross ist als derjenige der *D*-Linien. Bei ihnen tritt die erste Dissonanz schon nach 147 ganzen Wellenlängen ein, also müsste die grosse Platte von 5,3 mm Dicke beim Uebergang von senkrechter zu streifender Incidenz eine ganz beträchtliche Anzahl von Dissonanzstellen aufweisen. Ferner müssten, wenn meine Theorie richtig ist, diese Stellen bei senkrechter Incidenz sogenannte „neutrale" sein, also keine Ringe, bei streifender Incidenz aber die doppelte Ringanzahl zeigen wie jede Linie für sich. Der Versuch bestätigt dies vollkommen. Man stellt ihn im reflectirten oder durchgehenden Lichte am besten bei einer so grossen Dispersion der Prismen an, dass noch bei endlicher Spaltbreite die gelben Linien getrennt erscheinen. Verbreitert man jetzt den Spalt, so überlagern sich die beiden gelben Spaltbilder zum Teil und man sieht in der Brennebene des Fernrohres das von jeder

Linie einzeln erleuchtete Stück und das von beiden zugleich beleuchtete nebeneinander.

Beim Drehen der Platte erblickt man dann, wie abwechselnd die beiden Systeme Consonanz und Dissonanz zeigen und sich demnach im gemeinschaftlichen Stück die Ringe voneinander loslösen, verdoppeln und wieder vereinigen. Da die sichtbaren Interferenzcurven Kreissegmente sind, welche eine verticale Richtung haben, so stellt man besser den Spalt des Collimators schief, damit die Minima oder Maxima schief zu den Rändern des Spaltbildes stehen.

Welches ist nun die Erscheinung, wenn jede der beiden gelben Hauptlinien wiederum aus getrennten Linien besteht? Nach den neuesten Versuchen von Perot und Fabry hat thatsächlich jede der gelben Hg-Linie einen Trabanten geringerer Lichtsärke, von deren Existenz ich mich wenn auch mühsam mit Hülfe eines vorzüglichen Plangitters nach Rowland und eines Winkelsecunden auflösenden Spectrometers überzeugen konnte. Es handelt sich hier also nur um Trabanten, deren Wellenlänge sehr nahe gleichkommt derjenigen der zugehörigen Hauptlinie.

Falls die neue Interferenzmethode also diese feinen Doppellinien aufzulösen vermag, muss sie innerhalb der Minimis jeder einzelnen Hauptlinie notwendig neue Minima zeigen, deren Abstände von den Hauptminimis sich beim Drehen der Platte nur sehr langsam verändern dürfen.

Thatsächlich treten bei genügend schräger Incidenz in jedem gelben Spaltbilde ausser den Hauptstreifen auch noch Nebenstreifen auf, deren relative Lage in beiden Bildern verschieden ist. Aber auch die Hauptminima erwecken den Anschein, als ob sie nicht absolut homogenem Lichte zukämen. Ueber die näheren Resultate will ich jedoch hier noch nichts aussagen, da ihre Richtigkeit erst näher geprüft werden muss. Nur möchte ich betonen, dass, wenn die von der grossen Glasplatte erzeugte Erscheinung, zumal in ihren feineren Details, ihre Entstehung nicht störenden Einflüssen verdankt, die Zusammensetzung der gelben und vielleicht auch der grünen Quecksilberlinie eine complicirtere ist, als sie von Michelson

und neuerdings in eindeutiger Weise von PEROT und FABRY erkannt worden ist.

Beobachtet man im reflectirten Lichte, so kann man die eigentliche Erscheinung durch Abblendung der ersten beiden Büschel der Schar in ihre complementäre verwandeln, deren Aussehen der Erscheinung im durchgehenden Lichte ähnelt. Auch sie zeigt die Trabanten der gelben Hauptlinien. Einen ähnlichen Effect wie durch Abblendung von Einzelbüscheln kann man durch Anwendung NICOL'scher Prismen erzielen. Schaltet man nach den RUTHERFORD'schen Prismen den Polarisator und vor das Fernrohrobjectiv (oder besser vor das Ocular) den Analysator in den Strahlengang, so kann man je nach der Stellung beider Nicols die Interferenzerscheinung wesentlich modificiren. Die bei einer gewissen Stellung beider Nicols eintretende Verdoppelung der Minima habe ich an der Luftplatte zwischen zwei rechtwinkligen Prismen schon vor Jahren beobachtet.[1]) Auf diese interressanten Erscheinungen bei Anwendung polarisirten Lichtes und die Veränderung des von den vielfach reflectirten Strahlen gebildeten Ringsystems bei Drehung der NICOL'schen Prismen komme ich später zurück.[2]) Ich glaubte sie aber schon hier erwähnen zu sollen, um anzudeuten, dass erst nach Erörterung aller ähnlichen Einflüsse das bei streifender Incidenz an einer planparallelen Platte beobachtete Phänomen bindende Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des benutzten Lichtes erlaubt. Dass die kleinen Fehler in der Planparallelität der Platte keinen wesentlichen Einfluss ausüben, scheint mir daraus hervorzugehen, dass eine Drehung der Platte in sich die Erscheinung nur unwesentlich ändert.

---

1) Vgl. MÜLLER-POUILLET, Optik 9. Auflage, herausgegeben von L. PFAUNDLER und O. LUMMER, 2. p. 935. Verlag von FR. VIEWEG & SOHN, Braunschweig 1897; ferner O. LUMMER, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 24. p. 513. 1900.

2) Könnte man bewirken, dass die Intensität aller Partialbüschel einander vollkommen gleich würde, dann ähnelte dieser Interferenzapparat dem Stufenspectroskop von MICHELSON. Bei der natürlichen infolge der Reflexion bewirkten Intensitätsabnahme von Büschel zu Büschel läuft meine Methode im wesentlichen auf die von PEROT und FABRY hinaus.

Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass bei den Interferenzringen an einer unbelegten Platte thatsächlich aus der Discussion des unter Berücksichtigung aller vielfach reflectirten Strahlen gewonnenen Intensitätsausdruckes der Intensitätsabfall und damit die Schärfe und die Auflösungskraft der Ringe berechnet werden kann. Die Intensität aller reflectirten bez. durchgehenden Einzelwellen ist:

$$J_{1 \text{ bis } \infty} = \frac{a^2}{1 + \frac{(1-\sigma^2)^2}{4\sigma^2 \sin^2 \beta/2}} \quad \text{bez.} \quad \frac{a^2}{1 + \frac{4\sigma^2 \sin^2 \beta/2}{(1-\sigma^2)^2}},$$

wo a die Amplitude der einfallenden Welle, σ das Reflexionsvermögen der Glasplatte und β die Phasendifferenz bedeutet; es schwankt also $\sin \beta/2$ vom Maximum zum Minimum zwischen Eins und Null im reflectirten, zwischen Null und Eins im durchgehenden Lichte.

Thatsächlich erkennt man bei grossem Werte von σ den schnellen Wechsel von $J_{1 \text{ bis } \infty}$. Soll aber der entsprechende rapide Intensitätsabfall nicht nur auf dem Papier, sondern auch beim Phänomen sich abspielen, so ist es notwendig, dass alle vielfach reflectirten Strahlen auch zur Erscheinung beitragen. Zum Vergleich will ich noch die in meiner Abhandlung über die Complementärstreifen abgeleiteten Intensitätsausdrücke wiederholen, welche für den Fall gelten, dass nur die beiden ersten oder nur die übrigen Büschel der Schar wirksam werden. Es ist:

$$J_{1,2} = a^2 \sigma^6 + 4 a^2 \sigma^2 (1 - \sigma^2) \sin^2 \frac{\beta}{2}$$

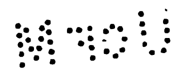
und:

$$J_{3 \text{ bis } \infty} = \frac{a^2 \sigma^6}{1 + \frac{4\sigma^2 \sin^2 \beta/2}{(1-\sigma^2)^2}}.$$

Die Interferenzerscheinung ($J_{1,2}$) der beiden gewöhnlichen Bilder besitzt stets einen sinusartigen Intensitätsabfall, der sich bei wachsendem Reflexionsvermögen (σ) über eine an Intensität zunehmende allgemeine Helligkeit lagert, somit immer verwaschenere Streifen erzeugt. Die Complementär-

erscheinung ($J_{3 \text{ bis } \infty}$) zeigt einen ähnlich schnellen Abfall wie die Gesamterscheinung $J_{1 \text{ bis } \infty}$; dabei wird die Wirkung der Einzelwellen 3 bis ∞ im reflectirten Lichte mit wachsendem Werte von σ immer ähnlicher der Wirkung aller Wellen im durchgehenden Lichte. Wie sich die Erscheinung gestaltet, wenn nur eine beschränkte Anzahl von Bildern wirkt, wie es bei Versilberung der Glasflächen stets der Fall sein dürfte, kann nur eine nähere Rechnung ergeben.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.



Jahrg. 3. **Nr. 8.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 17. Mai 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Hr. **O. Lummer** spricht über

eine neue Interferenzmethode zur Auflösung feinster Spectrallinien

und unterstützt seine Ausführungen durch eine Anzahl von Demonstrationen.

Als Mitglied wird in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Prof. Dr. J. Precht in Heidelberg, Brückenstrasse 28.

Jahrg. 3. **Nr. 9.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 7. Juni 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Hr. **H. Starke** demonstrirt

einen Unterbrecher hoher Schwingungszahlen zur Anwendung bei der Bestimmung von Leitfähigkeiten etc. mittels Wheatstone'scher Brücke und Telephon.

Hr. E. Warburg berichtet über eine Untersuchung des Hrn. **Gehrcke** betreffend

die Geschwindigkeitsänderung der Kathodenstrahlen bei der Reflexion.

Jahrg. 3. **Nr. 10.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 21. Juni 1901.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Hr. **E. Warburg** spricht

über die Polarisationscapacität des Platins

und berichtet dann über eine Untersuchung des Hrn. **Bruce Hill** betreffend

die calorimetrischen Eigenschaften der ferromagnetischen Körper.

Hr. **E. Lampe** macht darauf

Bemerkungen zu der Frage nach der günstigsten Form der Geschossspitzen gemäss der NEWTON'schen Theorie.

Hr. **E. Aschkinass** beschreibt und demonstrirt

die nachträgliche Wirkung der Becquerelstrahlen auf die Haut.

Ueber die Polarisationscapacität des Platins;
von E. Warburg.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 21. Juni 1901.)

(Vgl. oben S. 101.)

---

§ 1. An einer polarisirbaren Elektrode bestehe ein harmonischer Wechselstrom $j = a . \sin m t$. Nimmt man an, dass die polarisirenden Producte der Elektrolyse sich der Elektrode auflagern, ohne durch andere Vorgänge von ihr fortgeführt zu werden, dass die elektrolytischen Veränderungen mit der Stromrichtung sich umkehren, dass endlich die Polarisation der aufgelagerten Stoffmenge proportional ist, dann ergiebt sich die Polarisation der durchgegangenen Elektricitätsmenge proportional; das Verhältnis

$$\frac{\text{durchgegangene Elektricitätsmenge}}{\text{Polarisation}} = \text{Polarisationscapacität } C$$

ist also constant. Da ferner der Strom erst $1/4$ Schwingungsdauer nach Erreichung seines Maximalwertes seine Richtung wechselt, so tritt das Maximum der Polarisation um $1/4$ Schwingungsdauer später ein, als das Maximum der Stromstärke. Der periodisch variabele Teil der Polarisation ist unter diesen Voraussetzungen

$$(1) \qquad p = \frac{a}{C . m} \cdot \sin\left(m t - \frac{\pi}{2}\right),$$

wo C constant ist. Dieser von F. Kohlrausch[1]) behandelte Fall mag als Fall 1 bezeichnet werden.

Die Elektroden der Natur zeigen ein von dem Fall 1 mehr oder weniger abweichendes Verhalten. Das Maximum der Polarisation bleibt um weniger als $1/4$ Schwingungsdauer hinter dem Maximum der Stromstärke zurück, und die Polarisationscapacität C nimmt mit wachsender Schwingungsdauer ab, sodass

$$(2) \qquad p = \frac{a}{C . m} \cdot \sin\left(m t - \left(\frac{\pi}{2} - \psi\right)\right),$$

---

1) F. Kohlrausch, Pogg. Ann. 148. p. 443. 1872.

wo ψ zwischen 0 und $\pi/4$ liegt und C mit wachsendem m abnimmt.[1]) So fand M. WIEN l. c. für ausgeglühtes blankes Platin $\psi = 3^0\,30'$, die Capacität pro qcm C_1 38,9 oder 38,0, je nachdem $m/2\pi = 128$ oder 256 war. Viel stärker sind nach demselben Autor die Abweichungen für platinirtes Platin in verdünnter Schwefelsäure, nämlich $\psi = 31^0$ und C_1 2530, 2205, 1515, je nachdem $m/2\pi = 64$, 128, 256 ist.

Diese Ergebnisse können durch Berücksichtigung von Vorgängen erklärt werden, welche die elektrolytischen Producte von den Elektroden fortführen. Ein solcher Vorgang ist die Diffusion. Diese bewirkt, dass die elektrolytischen Producte an der Elektrode langsamer als die Stromstärke wachsen; dabei muss die Wirkung der Diffusion um so mehr zurücktreten, je schneller die Stromwechsel erfolgen, oder die Capacität muss mit wachsender Schwingungszahl abnehmen. Ferner ist auch ersichtlich, dass wegen der Diffusion das Maximum der Polarisation um weniger als $^1/_4$ Schwingungsdauer hinter dem Maximum der Stromstärke zurückbleiben muss.

Wenn nun, wie z. B. bei der Elektrolyse des Silbernitrates zwischen Silberelektroden, die Wirkung des Wechselstromes darauf hinausläuft, die Concentration der Salzlösung an der Elektrode periodisch zu verändern, so lässt sich die Theorie mit Berücksichtigung der Diffusion vollständig bis zur zahlenmässigen Auswertung der Capacität durchführen, wobei der Diffusionstheorie gemäss die durch den Strom zu der Elektrode hingeführte Salzmenge gleich der durch Diffusion von ihr fortgeführten zu setzen und die HELMHOLTZ'sche Theorie des Concentrationselementes anzuwenden ist. Dabei ergiebt sich für unendlich kleine Stromoscillationen das Resultat, dass $\psi = \pi/4$ und C mit $\sqrt{m}$ umgekehrt proportional ist.[2])

Die Bedingungen dieses Falles hat Frl. NEUMANN[3]) bei der Polarisation von Quecksilber in verdünnter Schwefelsäure, welche mit Quecksilbersulfat gesättigt ist, sowie von Silber in

1) M. WIEN, Wied. Ann. **58.** p. 37. 1896; E. ORLICH, Inaugural-Dissertation, Berlin 1896.

2) E. WARBURG, Verhandl. d. physik. Gesellsch. zu Berlin **15.** p. 120. 1896; Wied. Ann. **67.** p. 493. 1899.

3) E. NEUMANN, Wied. Ann. **67.** p. 499. 1899.

verdünnter Salpetersäure mit Zusatz von Silbernitrat realisiren können.

Dieser Fall (Fall 2) und der von F. Kohlrausch behandelte (Fall 1) stellen Grenzfälle dar, zwischen denen die meisten in der Natur vorkommenden Fälle liegen, ohne den einen oder anderen zu erreichen.

Daraus scheint hervorzugehen, dass in der Regel nur ein Teil der elektrolytischen Zersetzungsproducte der Diffusion verfällt, während der andere Teil der Elektrode sich auflagert, und ohne eine Rechnung anzustellen kann man erwarten, dass diese Annahme zu Formeln führe, welche den Beobachtungen angepasst werden können. Gleichwohl mag eine Entwickelung solcher Formeln, wie ich im Folgenden sie zu geben mir erlauben möchte, nicht überflüssig erscheinen.

§ 2. Ich betrachte den am meisten untersuchten Fall der Polarisation des Platins in verdünnter Schwefelsäure. Der Strom liefert in diesem Falle an der Kathode Wasserstoff, an der Anode Sauerstoff und Schwefelsäure. Die Polarisation sehe ich als bedingt durch die gasförmigen Producte an, deren Wirkungsweise dahinstellend und vernachlässige die Wirkung der Concentrationsänderung der Schwefelsäure.

Ueber dem Elektrolyten, in welchem die Platinelektrode untergetaucht ist, lagere eine Atmosphäre von Wasserstoff von constantem Druck, bei diesem seien das Platin und der Elektrolyt mit Wasserstoff gesättigt, also untereinander und mit dem Wasserstoff im Gleichgewicht. Wir nehmen an, dass der an der Anode abgeschiedene Sauerstoff ganz zur Oxydation des Wasserstoffs verwendet werde; dann kommt die chemische Wirkung des Wechselstroms auf die Grenzfläche darauf hinaus, dass derselben abwechselnd Wasserstoff zugeführt und entzogen wird. Würde der zugeführte Wasserstoff ganz der Diffusion in das Platin und in den Elektrolyten verfallen, dann erhielte man den Grenzfall 2.

Ich will nun die § 6 näher zu begründende Annahme machen, dass an der Oberfläche des Platins eine Belegung mit Wasserstoff von der Flächendichte Γ lagert, welche eine Function der räumlichen Dichte γ des Wasserstoffs im Elektrolyten ist. Ferner werde vorausgesetzt, dass die Diffusion im Elektrolyten sowohl wie im Platin dem Fick'schen Diffusionsgesetz folgt,

und dass auch für Platin ein Bunsen'scher Absorptionscoefficient angenommen werden kann.

§ 3. Sei nun die z-Axe senkrecht zur Elektrode, der Anfang der z liege in dieser, die positive Seite der z-Axe im Elektrolyten, die negative im Platin.

Nach den gemachten Annahmen ist

$$\frac{\partial \gamma}{\partial t} = \varkappa \cdot \frac{\partial^2 \gamma}{\partial z^2}, \qquad \frac{\partial \gamma'}{\partial t} = \varkappa' \cdot \frac{\partial^2 \gamma'}{\partial z^2}, \tag{3}$$

wo γ, γ' die räumliche Dichte des Wasserstoffs im Elektrolyten bez. im Platin, $\varkappa$, $\varkappa'$ die Diffusionsconstanten des Wasserstoffs in diesen Körpern bedeuten.

An der Grenzfläche zwischen Platin und Elektrolyt ($z = 0$) muss sein

$$\frac{j}{q} \cdot \frac{\mathfrak{A} \cdot A}{107,9} = g \sin m t = - \varkappa \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial z} + \varkappa' \cdot \frac{\partial \gamma'}{\partial z} + \frac{\partial \Gamma}{\partial t}, \tag{4}$$

wo j die Stromstärke, q den Querschnitt des Elektrolyten, A das elektrochemische Aequivalent des Silbers, $\mathfrak{A}$ das Aequivalentgewicht des Wasserstoffs, Γ die Oberflächendichte des Wasserstoffs an der Grenzfläche bedeutet. Γ ist Function von γ, sodass

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial t} = \frac{\partial \Gamma}{\partial \gamma} \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial t} = \mu \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial t}. \tag{4a}$$

Sind, wie wir annehmen, die Stromoscillationen unendlich klein, so kann μ als Constante behandelt werden.

Weiter muss sein für $z = 0$

$$\frac{\gamma}{\gamma'} = \frac{\alpha}{\alpha'}, \tag{5}$$

wo α, α' die Bunsen'schen Absorptionscoefficienten des Wasserstoffs im Elektrolyten bez. im Platin bedeuten.

Endlich ist für

$$\begin{cases} z = +\infty & z = -\infty, \\ \gamma = \gamma_0 & \gamma' = \gamma_0 \cdot \dfrac{\alpha'}{\alpha}, \end{cases} \tag{6}$$

wenn γ_0 die Dichte des Wasserstoffs im Elektrolyten für den stromlosen Zustand bedeutet.

§ 4. Den Bedingungen (3) bis (6) genügen die Ausdrücke

$$
(7)\quad \begin{cases}
\gamma = \gamma_0 - B \,.\, g \,.\, e^{-\frac{z}{\zeta}} \,.\, \cos\left(m\,t - \frac{z}{\zeta} + \vartheta\right), \\
\gamma' = \gamma_0 \cdot \frac{\alpha'}{\alpha} - B \,.\, g \,.\, e^{-\frac{z}{\zeta'}} \,.\, \cos\left(m\,t + \frac{z}{\zeta'} + \vartheta\right), \\
\text{wo} \\
\zeta = \sqrt{\frac{2\,\varkappa}{m}}, \quad \zeta' = \sqrt{\frac{2\,\varkappa'}{m}}, \quad g = \frac{A \,.\, \mathfrak{A}}{107{,}9} \cdot \frac{a}{q}, \\
\operatorname{tg} \vartheta = \frac{1}{1 + \mu \,.\, \sqrt{\frac{2\,m}{\varkappa_1}}}, \quad \varkappa_1 = \varkappa \,.\, \delta, \quad \delta = \left(1 + \frac{\alpha'}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{\varkappa'}{\varkappa}}\right)^2, \\
B = \frac{\sin \vartheta}{\sqrt{\frac{m\,\varkappa_1}{2}}},
\end{cases}
$$

und alle Wurzelzeichen positiv zu nehmen sind.

Für $\varkappa' = 0$ wird $\delta = 1$, $\varkappa_1 = \varkappa$. Daraus folgt, dass man bei der Berechnung der Wasserstoffdichte γ von der Diffusion im Platin hätte absehen können, wenn man anstatt der Diffusionsconstante $\varkappa$ die grössere, nämlich δ fache, $\varkappa_1$ in Rechnung gebracht hätte.

Die elektromotorische Kraft e an der Berührungsfläche zwischen dem Platin und dem Elektrolyten kann als Function von γ in $z = 0$ angesehen werden. Für unendlich kleine Oscillationen ist dann

$$
(8)\qquad \frac{\partial e}{\partial \gamma} = \frac{e - e_0}{\gamma - \gamma_0} = \frac{p}{\gamma - \gamma_0}.
$$

Also

$$
p = (\gamma - \gamma_0)_{z=0} \cdot \left(\frac{\partial e}{\partial \gamma}\right)_{\gamma = \gamma_0} = - B \,.\, g \,.\, \cos(m\,t + \vartheta) \,.\, \left(\frac{\partial e}{\partial \gamma}\right)_{\gamma = \gamma_0},
$$

oder

$$
(9)\qquad p = g \cdot \frac{\sin \vartheta}{\sqrt{\frac{m\,\varkappa_1}{2}}} \cdot \left(\frac{\partial e}{\partial \gamma}\right)_{\gamma = \gamma_0} . \sin\left(m\,t - \left(\frac{\pi}{2} - \vartheta\right)\right).
$$

Durch Vergleichung dieses Ausdruckes mit (2) findet man $\psi = \vartheta$ und folgende Endformeln für die Phasengrösse ψ und die Capacität $C_1 = (C/q)$

$$
(10) \quad \begin{cases} \operatorname{tg}\psi = \dfrac{1}{1 + \mu \cdot \sqrt{\dfrac{2m}{\varkappa_1}}}, \quad \varkappa_1 = \varkappa . \left(1 + \dfrac{\alpha'}{\alpha} \cdot \sqrt{\dfrac{\varkappa'}{\varkappa}}\right)^2 . \\[2ex] C_1 = \dfrac{107{,}9}{A . \mathfrak{A}} \cdot \dfrac{1}{\left(\dfrac{\partial e}{\partial \gamma}\right)_{\gamma = \gamma_0}} \cdot \dfrac{\sqrt{\dfrac{\varkappa_1}{2m}}}{\sin\psi} . \end{cases}
$$

§ 5. Ist nun

1. $\mu . \sqrt{2m/\varkappa_1}$ unendlich gross gegen 1, so ist

$$
\operatorname{tg}\psi = \frac{1}{\mu \sqrt{\dfrac{2m}{\varkappa_1}}}
$$

unendlich klein und gleich $\sin\psi$. Mithin $\psi = 0$

$$
C_1 = \frac{1}{\left(\dfrac{\partial e}{\partial \gamma}\right)_{\gamma = \gamma_0}} \cdot \frac{107{,}9}{A . \mathfrak{A}}
$$

unabhängig von der Schwingungsdauer und man hat den Grenzfall 1.

Ist

2. $\mu . \sqrt{2m/\varkappa_1}$ unendlich klein gegen 1, so wird

$$
\operatorname{tg}\psi = 1, \quad \psi = \frac{\pi}{4}, \quad \sin\psi = \frac{1}{\sqrt{2}}
$$

$$
C_1 = \sqrt{\frac{\varkappa_1}{m}} \cdot \frac{1}{\left(\dfrac{\partial e}{\partial \gamma}\right)_{\gamma = \gamma_0}} \cdot \frac{107{,}9}{A . \mathfrak{A}}
$$

und man hat den Grenzfall 2, in welchem C_1 proportional $1/\sqrt{m}$ und $\psi = (\pi/4)$ wird.

Die gewöhnlich vorkommenden Fälle, welche zwischen den Grenzfällen 1 und 2 liegen, werden durch die allgemeinen Formeln (10) dargestellt, wenn $\mu = (\partial \Gamma / \partial \gamma)$ positiv angenommen wird.

Alsdann liegt ψ zwischen 0 und $\pi/4$ und nimmt C_1 langsamer als $1/\sqrt{m}$ ab, da $\sin\psi$ mit wachsendem m abnimmt. In der That ist für ψ nie ein Wert grösser als $\pi/4$ beobachtet worden, und es ist kein Fall gefunden, in welchem C_1 mit wachsendem m schneller als $1/\sqrt{m}$ abnehme.

§ 6. Bei der Unterscheidung der Fälle spielt eine wichtige Rolle die Grösse $\mu = (\partial \Gamma / \partial \gamma)$, über welche sich leider für den absorbirten Wasserstoff nichts direct ermitteln lässt. Doch

kann man das Verhalten dieser Grösse in einem anderen Falle bestimmen. Zusatz von Quecksilbersulfat zu wässerigen Salzlösungen oder zu Wasser verkleinert die Constante der Oberflächenspannung der Grenzfläche dieser Körper gegen Quecksilber.[1]) Daraus lässt sich thermodynamisch ableiten, dass die Concentration des Quecksilbersulfats in der Nähe der Oberfläche grösser sein muss als im Innern, was nach GIBBS durch eine gewisse, zu der homogenen Raumerfüllung im Innern hinzukommende Oberflächendichte Γ des Quecksilbersulfats beschrieben werden kann, und zwar liefert die Thermodynamik für Γ den Wert[2]):

$$\Gamma \cdot \frac{\partial F}{\partial \gamma} + \frac{\partial \sigma}{\partial \gamma} = 0, \tag{11}$$

wo γ die Dichtigkeit des Quecksilbersulfats im Innern, σ die Constante der Oberflächenspannung bedeutet. F ist die Arbeit, welche aufgewendet werden muss, um die Masseneinheit des Quecksilbersulfats aus einem bestimmten Normalzustand in die Flüssigkeit mit gleichförmiger Verbreitung auf umkehrbarem Wege einzuführen, sodass Druck und Temperatur der Flüssigkeit dabei ungeändert bleiben. Aus den von Hrn. PLANCK[3]) gegebenen Werten der Energie und Entropie einer verdünnten Lösung ergiebt sich

$$\frac{\partial F}{\partial C} = \frac{1}{M} \cdot \frac{R \vartheta}{C}, \tag{12}$$

wenn M das Moleculargewicht des Quecksilbersulfats, R die Gasconstante, ϑ die absolute Temperatur, C die Concentration im Sinne des Hrn. PLANCK bedeutet. Da für sehr verdünnte Lösungen C mit γ proportional ist, so ergiebt sich

$$\gamma \cdot \frac{\partial F}{\partial \gamma} = C \frac{\partial F}{\partial C}, \tag{13}$$

und daraus

$$\Gamma = -\gamma \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial \gamma} \cdot \frac{M}{R \vartheta}. \tag{14}$$

---

1) E. WARBURG, Wied. Ann. **38.** p. 336. 1889.

2) E. WARBURG, Wied. Ann. **41.** p. 7. 1890. Die Concentrationsänderungen an der Oberfläche erfolgen stets in dem Sinne einer Abnahme der Oberflächenspannung. Sehr mit Unrecht hat kürzlich Hr. PALMAER diese thermodynamisch begründeten Folgerungen für eine ad hoc gemachte Hypothese erklärt (W. PALMAER, Zeitschr. f. phys. Chem. **36**, p. 669. 1901).

3) M. PLANCK, Wied. Ann. **32.** p. 488. 1887.

Zur Berechnung von γ können Versuche herangezogen werden, welche Hr. Griffiths auf meine Veranlassung gemacht hat und welche von Hrn. G. Meyer mitgeteilt sind.[1]) Hr. Griffiths hat die Oberflächenspannung σ' für Quecksilber in Wasser und in einer Lösung von Magnesiumsulfat in Wasser, welche 0,05 Grammäquivalente Magnesiumsulfat im Liter enthielt, für verschiedenen Gehalt dieser Lösungen an Quecksilbersulfat bestimmt, wobei er die Oberflächenspannung σ_0 zwischen Quecksilber und Wasser gleich 100 setzte. Es ist also

$$\sigma = \sigma' . \frac{\sigma_0}{100},$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \gamma} = \frac{\sigma_0}{100} . \frac{\partial \sigma'}{\partial \gamma} .$$

Setzt man

$$\vartheta = 291^0, \quad R = 837 . 10^5, \quad M = 296,$$

endlich nach Quincke

$$\sigma_0 = 0{,}4 . 981,$$

so wird

$$\Gamma = \frac{296 . 0{,}4 . 981}{837 . 10^5 . 291 . 100} . \gamma . \frac{\partial \sigma'}{\partial \gamma} = 4{,}76 . 10^{-8} . \gamma . \frac{\partial \sigma'}{\partial \gamma} .$$

Die folgende Tabelle enthält für Lösungen von Quecksilbersulfat in Wasser in den ersten beiden Columnen die Beobachtungsergebnisse des Hrn. Griffiths, in der dritten unter $\bar{\gamma}$ den Mittelwert von γ, auf welchen sich der Wert $\bar{\gamma} / \Delta \gamma . \Delta \sigma'$ der vierten Columne bezieht, in der fünften Columne den Wert von Γ in Milliontel Milligramm auf 1 qcm.

Quecksilbersulfat in Wasser.

$\gamma . 10^4$	σ'	$\bar{\gamma} . 10^4$	$-\frac{\bar{\gamma}}{\Delta \gamma} . \Delta \sigma'$	$\Gamma^{g/qcm} . 10^9$
0,000	100	—	—	—
0,883	97,4	0,442	1,303	62,1
1,767	90,4	1,325	10,50	500
3,534	86,9	2,651	5,25	250
14,138	82,8	8,836	3,42	163
28,275	81,5	21,2	1,95	93
56,55	81,2	42,4	0,45	21
113,1	80,8	84,8	0,60	29

1) G. Meyer, Wied. Ann. 45. p. 509. 1892.

In der folgenden Tabelle, welche sich auf Quecksilbersulfat in der oben erwähnten Lösúng von Magnesiumsulfat bezieht, sind die dritte und vierte Columne fortgelassen.

$\gamma \cdot 10^4$	σ'	$\Gamma^{g/qcm} \cdot 10^9$
0,000	94,8	—
0,900	93,4	21,4
1,201	90,8	433
1,601	87,1	619
6,406	82,5	182
25,625	80,2	91
102,5	76,7	139

Wie man sieht, nimmt die Oberflächendichte Γ mit wachsender Concentration des Quecksilbersulfats zuerst zu, erreicht ein Maximum bei einer noch sehr kleinen Concentration und nimmt alsdann wieder ab.

Vermutungsweise kann man annehmen, dass ähnliche thermodynamische Betrachtungen auf den Fall des absorbirten Wasserstoffs angewandt nach Einsetzung der entsprechenden Daten hier zu ähnlichen Ergebnissen führen.[1])

§ 7. Hiervon kann eine Anwendung auf einige Versuche des Hrn. Schönherr[2]) gemacht werden. Derselbe fand, dass blankes Platin im unpolarisirten Zustand sich nahezu dem Fall 1 entsprechend, im polarisirten Zustand sich nahezu dem Fall 2 (§ 1 und § 5) entsprechend verhält. Wenn man die Diffusionscoefficienten $\varkappa$, $\varkappa'$ des Wasserstoffs in erster Annäherung als unabhängig von der Concentration ansieht, so kann jene Verschiedenheit nur von einer Verschiedenheit im Verhalten der Grösse μ herrühren und in der That dadurch erklärt werden, dass die Oberflächendichte Γ des Wasserstoffs im unpolarisirten Zustande, bei kleiner Wasserstoffconcentration, weit vom Maximum entfernt ist, im polarisirten Zustande, bei grosser Wasserstoffconcentration, dem Maximum nahe liegt. Das giebt für den unpolarisirten Zustand nach § 6 grosses μ und Annäherung an den Fall 1, im polarisirten Zustand

1) Nach den Versuchen von A. Kundt (Wied. Ann. 12. p. 548. 1881) nimmt die Oberflächenspannung der Trennungsfläche zwischen Alkohol oder Aether und Wasserstoff mit zunehmendem Wasserstoffdruck ab.

2) Aus einer demnächst in den Ann. d. Phys. erscheinenden Arbeit.

kleines μ und Annäherung an den Fall 2, so wie es von Hrn. SCHÖNHERR beobachtet wurde.

§ 8. Für den Fall des Quecksilbersulfats im Wasser und wässeriger Magnesiumsulfatlösung wird μ jenseits des Maximums von Γ negativ. Negative Werte von μ ergeben nach (10) $\psi > \pi/4$, was nach dem Vorstehenden zwar möglich erscheint, aber bisher nie beobachtet wurde.

§ 9. Schreibt man den Ausdruck für die Capacität (10) in der Form:

$$C_1 = \frac{107{,}9}{A \cdot \mathfrak{A}} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\partial e}{\partial \gamma}\right)_{\gamma = \gamma_0}} \cdot \frac{\mu}{q \cdot \sqrt{2 + 2q + q^2}}, \tag{10a}$$

wo

$$q = \mu \cdot \sqrt{\frac{2m}{\varkappa_1}},$$

so erkennt man, dass C_1 mit zunehmender Diffusionsconstante zunimmt.

§ 10. Bekannt ist die grosse Polarisationscapacität des Platinmohrs, welche bei der KOHLRAUSCH'schen Methode der Messung elektrolytischer Widerstände eine wichtige Rolle spielt. Gewöhnlich schreibt man die grosse Capacität des Mohrs seiner grossen Oberfläche zu, eine Annahme, welche schon von Hrn. M. WIEN[1]) als unwahrscheinlich bezeichnet und wohl durch dessen eigene Versuche endgültig widerlegt wird. In der That ist nach diesen Versuchen die Capacität des blanken Platins von der Schwingungszahl nahezu unabhängig, während die Capacität des Platinmohrs mit wachsender Schwingungszahl erheblich abnimmt und eine Annäherung an den Fall 2 zeigt.

Die grosse Capacität des Platinmohrs scheint mir vielmehr folgende Ursache zu haben. Es ist anzunehmen, dass die Körnchen des Mohrs miteinander in metallischer Verbindung stehen, und dass der Elektrolyt den Raum zwischen den Körnchen erfüllt. Man stelle sich nun vereinfachend vor, dass die Oberfläche des Platins, auf welcher der Mohr lagert, mit sehr vielen kleinen senkrecht zur Oberfläche angeordneten Stäbchen besetzt sei. Der polarisirende Strom wird dann nicht merklich in die engen Zwischenräume zwischen den Stäbchen eindringen, sondern an ihrer äusseren Oberfläche ein Ende

1) M. WIEN, Wied. Ann. 58. p. 56. 1896.

finden. Hierdurch wird diese äussere Oberfläche bei der Wasserstoffpolarisation mit Wasserstoff beladen. Aber diese Wasserstoffbeladung wird durch Localströme, die sich zwischen den oberflächlichen beladenen und den in der Tiefe gelegenen unbeladenen Stellen bilden, schnell in die Tiefe befördert werden. Dies hat denselben Effect, wie ein grosser Wert der Diffusionsconstante, wodurch der Wasserstoff von der äusseren Oberfläche, deren Beschaffenheit die Polarisation bedingt, fortgeschafft und die Capacität nach § 7 erhöht, nach Formel (10) von der Schwingungszahl abhängig gemacht wird. Das entspricht ganz dem Verhalten des Platinmohrs, wie es Hr. M. Wien beobachtete.

Berlin, Physik. Institut.

Ueber die calorimetrischen Eigenschaften der ferromagnetischen Körper;
von Bruce Hill.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. Juni 1901.)

(Vgl. oben S. 101.)

§ 1. Es ist bekannt, dass die ferromagnetischen Körper bei der Erhitzung in einem gewissen, von der Natur der Substanz abhängigen Temperaturintervall unter Aufnahme von latenter Wärme in eine allotrope Modification übergehen, wobei sie ihren Ferromagnetismus verlieren. Die Vergleichung der Eigenschaften der beiden Modificationen wird bei den meisten dieser Körper durch den Umstand erschwert, dass man sie nicht bei derselben Temperatur in den beiden Modificationen erhalten kann. Doch ist dies nach J. Hopkinson's Entdeckung der Fall für gewisse Legirungen von Eisen und Nickel, welche, durch Erhitzen in die unmagnetische Modification übergeführt, nach der Abkühlung auf Zimmertemperatur metastabil unmagnetisch bleiben und erst nach sehr bedeutender Abkühlung den magnetischen Zustand wieder annehmen, der alsdann bei der Erhitzung bis zur Umwandlungstemperatur als stabiler Zustand erhalten bleibt. Manche derartige, von Guillaume sogenannte irreversibele Nickelstahllegirungen können so zwischen 20° und 300° in beiden Zuständen erhalten werden und eignen sich daher zur Vergleichung der Eigenschaften beider Modificationen bei derselben Temperatur.

Im Folgenden ist zunächst diese Vergleichung für die specifische Wärme an einigen Nickelstahlproben durchgeführt (§ 5). Die Eigenschaften einer Probe ermöglichten eine Bestimmung der latenten Umwandlungswärme (§ 6). Endlich konnte das § 5 gewonnene Ergebnis, nach welchem die specifische Wärme im magnetischen Zustand stets kleiner als im unmagnetischen ist, auf den Fall des Eisens ausgedehnt werden (§ 8).

§ 2. Die specifische Wärme wurde meist nach der Mischungsmethode mit sorgfältig untersuchten Thermometern gemessen, doch sind auch einige Versuche mit dem Bunsen'schen Eiscalorimeter gemacht worden. Jenen Ergebnissen liegt die

15°-Wassercalorie, diesen die mittlere Wassercalorie zwischen 0° und 100° zu Grunde.

§ 3. Die magnetischen Inductionscurven wurden mit dem KÖPSEL'schen Apparat aufgenommen, doch ist im Folgenden der magnetische Zustand durch die Induction $\mathfrak{B}$ charakterisirt, welche sich für eine bestimmte Feldstärke $\mathfrak{H}$ in der jungfräulichen Curve ergab (bezeichnet durch $\mathfrak{B}_{\mathfrak{H}}$).

§ 4. Die untersuchten Nickelstahlproben wurden in Form von runden, 4—6 mm dicken Stäben von der Société anonyme de Commentry FOURCHAMBAULT et DECAZEVILLE freundlichst zur Verfügung gestellt und sind im Folgenden mit den Fabriknummern unter Beifügung der von der Gesellschaft mitgeteilten chemischen Analyse bezeichnet.

§ 5. Probe Nr. 748. Ni 24,1, C 0,359, Mn 0,410, der Rest Eisen. Beim Empfang nahezu unmagnetisch, nach Abkühlung auf − 79° schwach, nach Abkühlung auf − 180° stark magnetisch ($\mathfrak{B}_{\mathfrak{H}} = 7200_{127}$). Dichte im magnetischen Zustand 7,906, im unmagnetischen Zustand 8,091. Probe Nr. 775. Ni 24,04, C 0,343, Mn 0,506. Nach Erhitzung auf Rotglut bei Zimmertemperatur sehr schwach magnetisch (Permeabilität 2). Dagegen ergab sich $\mathfrak{B}_{\mathfrak{H}}$ nach Abkühlung auf

0°	−20°	−79°	−180°
1200_{186}	3700_{185}	9200_{185}	10200_{186}

In der folgenden Tabelle bedeutet c_m die specifische Wärme im magnetischen Zustand, bestimmt nach Abkühlung auf die Temperatur der flüssigen Luft, c_u die specifische Wärme im unmagnetischen bez. schwach magnetischen Zustand, bestimmt nach Erhitzung auf Rotglut.

	Nr. 748		Nr. 775	
Spec. Wärme zwischen	c_m	c_u	c_m	c_u
0° und 18° (Eiscal.)	0,1021	0,1086	0,0924	0,0992
20° „ 100°	0,1126	0,1180	0,1136	0,1158*
20° „ 270°	0,1239	0,1243	0,1222	0,1235*

* Nach Erhitzung auf Rotglut nicht weiter als bis auf Zimmertemperatur abgekühlt.

Als die Probe Nr. 775 nach dem Glühen zum erstenmal in das Eiscalorimeter gebracht wurde, gab sie eine grössere Wärmemenge an dasselbe ab, als bei den Wiederholungen dieses Experimentes. Die Differenz entspricht der latenten

Umwandlungswärme in den schwach magnetischen Zustand ($\mathfrak{B}_{\mathfrak{H}} = 1200_{136}$), welche, auf das Gramm bezogen, aus diesen Versuchen sich zu 2,783 ergab.

Die specifische Wärme wurde also im unmagnetischen Zustand stets grösser als im magnetischen gefunden, doch nimmt die Differenz $c_u - c_m$ in der Regel mit wachsender Temperatur ab, was besonders bei Nr. 775 hervortritt. Entsprechend fand Pionchon[1]) die specifische Wärme des Eisens von 0° bis 660°, also im magnetischen Zustand unterhalb der Umwandlungstemperatur, von 0,110 bis 0,215 wachsend, nach der Umwandlung, also im unmagnetischen Zustand, zwischen 723° und 1000° constant gleich 0,218.

§ 6. Eine dritte Probe Nr. 834 enthielt Ni 14,64, C 0,075, Mn 0,540. Diese Legirung gewann nach Abkühlung aus der Rotglut ihre Magnetisirbarkeit bereits bei +20° vollständig wieder und zeigte dabei eine Induction $\mathfrak{B}_{\mathfrak{H}} = 13200_{139}$. Um die Rückkehr in den magnetischen Zustand näher zu prüfen, brachte ich den Stab im rotglühenden Zustand in eine von einer Inductionsspule umgebene Magnetisirungsspule, unterwarf das Ganze der langsamen Abkühlung im Oelbade und maass von Zeit zu Zeit die Induction auf ballistischem Wege. Es zeigte sich, dass der Magnetismus bei +200° anfing wieder zu erscheinen und bis +20° zunahm. Beim Wiedererhitzen änderte die Permeabilität sich nicht merklich bis 300°. Es konnte daher die specifische Wärme c_m im magnetischen Zustand bestimmt werden, wozu die Substanz in diesem Zustand im Oelbade auf 200° erhitzt und nach einstündigem Verweilen im Bade ins Calorimeter gebracht wurde. So ergab sich c_m zwischen 20° und 200° zu 0,1180.

Vermöge der beschriebenen Eigenschaften konnte nun die latente Umwandlungswärme für das Temperaturintervall 200° bis 20° auf folgende Weise bestimmt werden. Die Substanz wurde durch Erhitzung auf Rotglut in den unmagnetischen Zustand versetzt, hierauf eine Stunde lang im Oelbade auf 200° gehalten und demnächst in das Calorimeter gebracht, in welchem sie sich auf +20° abkühlte und dabei die Umwandlung in den magnetischen Zustand erfuhr. Sei L die

1) Pionchon, Ann. de chim. et de phys. (6) 11. p. 33. 1887.

latente Umwandlungswärme, m die Masse der Substanz, c die specifische Wärme zwischen 20° und 200°, t_2 die Anfangstemperatur der Substanz, t_3 ihre Endtemperatur, dann ist die an das Calorimeter abgegebene Wärmemenge

$$W = L \cdot m + c(t_2 - t_3) \cdot m.$$

Indem man für c den oben bestimmten Wert c_{20-100} für den magnetischen Zustand einsetzte, erhielt man $L = 13{,}45$. Correcter wäre es, für c $c_u + c_m/2$ zu setzen. Doch ist nach § 5 $c_u - c_m$ hier auf 0,001 zu schätzen, wonach die Annahme $c_u = c_m$ L nur um 0,1 zu gross giebt.

Wenn von den beiden Metallen, Eisen und Nickel, in der Legirung jedes seine eigene Umwandlungswärme besässe, so müsste man unter Anwendung der Theorie der verdünnten Lösungen von van't Hoff, wonach die Umwandlungstemperatur jeder Componente durch die Gegenwart der anderen erniedrigt wird, die hier, bei der 15 proc. Nickellegirung, beobachtete Umwandlung dem Eisen zuschreiben und erhielte für die Umwandlungswärme des Eisens

$$13{,}5 \cdot \frac{100}{85} = 15{,}9.$$

Doch erscheint die Berechtigung dieser Rechnung zweifelhaft.

Für reversible Legirungen ergiebt die Theorie verdünnter Lösungen für unendlich kleine Erniedrigung der Umwandlungstemperatur

$$\frac{dL}{d\Theta} = c_u - c_m + \frac{L}{\Theta},$$

wo Θ die absolute Umwandlungstemperatur der reinen Substanz ist.

Bedeutet ferner für den hier untersuchten irreversiblen Nickelstahl t_1 die Umwandlungstemperatur aus dem unmagnetischen in den magnetischen Zustand, t_2 die Umwandlungstemperatur für die entgegengesetzte Verwandlung, so würde sein, wie mir Hr. Warburg mitteilte[1]):

$$L_2 - L_1 = \int_{t_1}^{t_2} (c_u - c_m)\, dt.$$

---

1) In dieser sowie in der vorigen Gleichung ist eine bestimmte Umwandlungstemperatur angenommen, während in Wirklichkeit die Umwandlung in einem ziemlich breiten Temperaturintervall erfolgt.

Diese Gleichung ergiebt sich aus der Betrachtung des Kreisprocesses, durch welchen die Substanz aus dem magnetischen Zustand bei der Temperatur t_1 in den unmagnetischen bei der Temperatur t_2 und wieder durch Abkühlung auf t_1 in den magnetischen Zustand zurückgeführt wird; da nämlich hierbei unter dem constanten Druck keine äussere Arbeit geleistet wird, so muss die Summe der zugeführten Wärme verschwinden. Die latente Umwandlungswärme L_2 bei der Temperatur t_2 ist also grösser als L_1. Doch kann der Unterschied nach § 5 nur unerheblich sein.

Aus der Abkühlungscurve des Eisens schloss HOPKINSON[1]) auf eine latente Umwandlungswärme 150 mal so gross, als die specifische Wärme, was jedenfalls auf einen erheblich grösseren Wert als 16 führt. PIONCHON[2]) findet aus calorimetrischen Versuchen den viel kleineren Wert 5,3 in dem auffallend niedrigen Temperaturintervall 660°—723°.

§ 7. Die Probe Nr. 830 enthält Ni 14,44, C 1,027, Mn 1,222. Sie blieb bei Zimmertemperatur unmagnetisch auch nach Abkühlung auf die Temperatur der flüssigen Luft. Es ergab sich

$$c_{20-100} = 0,1225, \quad c_{20-270} = 0,1291.$$

Die Legirung ist sehr hart und spröde, widersteht der Feile und zerbricht sehr leicht.

§ 8. Eisen ist bei gewöhnlicher Temperatur nach den Anschauungen des Hrn. OSMOND[3]) ein Gemisch der beiden Modificationen des Eisens, des magnetischen α-Eisens und des unmagnetischen β-Eisens. Von dem Gehalt an β-Eisen hängen die hysteretischen Eigenschaften ab, sodass die Processe des Härtens durch Ziehen und Ablöschen den Gehalt an β-Eisen vergrössern. Diese Anschauung liess nach den Ergebnissen des § 5 erwarten, dass die specifische Wärme des Eisens durch die Härtungsprocesse vergrössert werde.

Die folgende Tabelle enthält nun die von mir für verschiedene und verschieden behandelte Eisensorten bestimmten

1) J. HOPKINSON, Phil. Trans. Roy. Soc. London 180. A. p. 443 bis 465. 1889.

2) PIONCHON, Ann. de chim. et de phys. (6) 11. p. 77. 1887.

3) F. OSMOND, Critical points of iron und steel p. 17. 1890; Phil. Mag. (5) 29. p. 511. 1890.

specifischen Wärmen, wobei die untersuchten Proben nach abnehmender Induction geordnet sind. Das Transformatoreisen wurde von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zur Verfügung gestellt. Die Werte unter Eisen und Stahl beziehen sich auf dieselben, verschieden behandelten Proben.

	$\mathfrak{B}_{\mathfrak{H}}$	c_{20-100}	c_{0-18}
Transformatoreisen 1	19750_{182}	0,1114	0,0815
Eisen, angelassen	18500_{182}	0,1146	0,0967
Transformatoreisen 2	17400_{182}	0,1148	0,0975
Eisen, hartgezogen	17300_{182}	0,1162	0,0986
Stahl, angelassen	14000_{181}	0,1178	0,1066
Stahl, abgelöscht	8900_{180}	0,1188	0,1080

Diese Tabelle bestätigt nicht nur die ausgesprochene Erwartung, sondern zeigt ausserdem, dass im allgemeinen das Eisen eine um so kleinere specifische Wärme besitzt, je inductionsfähiger es ist, was auf die Zunahme des Gehaltes an α-Eisen mit wachsender Induction zurückgeführt werden kann. Die Differenzen wachsen auch hier mit abnehmender Temperatur.

Die Ergebnisse des § 5 hinzunehmend kann man also sagen, dass bei allen untersuchten ferromagnetischen Körpern die specifische Wärme mit wachsendem Gehalt an der unmagnetischen Modification steigend gefunden wurde.

Berlin, Physikal. Institut, Juni 1901.

Bemerkungen zu der Frage nach der günstigsten Form der Geschossspitzen gemäss der Newton'schen Theorie; *von E. Lampe.*

(Vorgetragen in der Sitzung vom 21. Juni 1901.)

(Vgl. oben S. 101.)

Die Aufgabe der Bestimmung derjenigen Rotationsfläche, welche einer nach der Axe der Fläche gerichteten Bewegung in einem widerstehenden Mittel den geringsten Widerstand entgegenstellt, ist im Principe zuerst von Newton gelöst worden. Er stützte sich dabei auf die Annahme, dass der Widerstand eines Flächenelementes der Grösse desselben und dem Quadrate des Cosinus desjenigen Winkels proportional sei, den die Normale des Elementes mit der Bewegungsrichtung bildet. Obgleich nun diese Annahme nicht aufrecht erhalten werden kann, wie aus der hydrodynamischen Untersuchung der Bewegung eines starren Körpers in einer Flüssigkeit hervorgeht, so dient die Behandlung der erwähnten Aufgabe auf Grund der Newton'schen Hypothese als ein mit manchen eigentümlichen Schwierigkeiten verknüpftes, hübsches Beispiel in der Variationsrechnung und ist unter diesem Gesichtspunkte unter anderem auch in dem jüngst erschienenen Lehrbuche von Hrn. Kneser benutzt worden. Ebenso hat Hr. Armanini in seiner Abhandlung „Sulla superficie di minima resistenza"[1]) die näheren Bedingungen für die Existenz einer Lösung neuerdings untersucht.

Um die seit zwei Jahrhunderten auf diesen Grundlagen entstandene Theorie für die Praxis derart zugänglich zu machen, dass man nach ihr ohne besondere Mühe Geschossspitzen anfertigen könne, hat Fr. August im Jahre 1887 seine Abhandlung verfasst: „Ueber die Rotationsfläche kleinsten Wider-

---

1) E. Armanini, Annali di Mat. (3) 4. p. 131—149. 1900.

standes und über die günstigste Form der Geschossspitzen nach der NEWTON'schen Theorie".[1]) Indem er einerseits die Meridiancurve der Fläche kleinsten Widerstandes nach der NEWTON'schen Hypothese für mehrere Werte der Integrationsconstante graphisch aufzeichnete und andererseits den Widerstand der Rotationsfläche für drei verschiedene Längen der Geschossspitze berechnete, ermöglichte er sowohl die praktische Herstellung solcher Geschossspitzen in einfachster Weise als auch die zahlenmässige Vergleichung des minimalen Widerstandes mit demjenigen bei anderen Formen der Geschossspitzen.

Hierbei ergab sich unter anderem das merkwürdige Resultat, dass bei den von ihm zur Vergleichung berechneten Formen die eines Kreiskegelstumpfes von derselben ebenen Stirnfläche wie an der Spitze kleinsten Widerstandes einen Widerstand leistet, der sich dem minimalen ungemein eng anschliesst. Dieser Umstand wird allerdings durch die Betrachtung der NEWTON'schen Meridiancurve, die sich einer Geraden stark annähert, leicht verständlich.

Als ich zu Vorlesungszwecken die AUGUST'schen Zahlen nachprüfte, fiel mir auf, dass der von AUGUST zur Vergleichung gewählte Kegel, weil von gegebener Stirnfläche, noch gar nicht das Minimum des Widerstandes eines solchen Kegelstumpfes ergiebt, und daher bestimmte ich zur Ergänzung der von AUGUST berechneten Zahlen diejenige Geschossspitze in Form eines Kreiskegelstumpfes, die bei gegebener Höhe h des Stumpfes und bei gegebenem Radius a der grösseren Basis nach der NEWTON'schen Annahme den kleinsten Widerstand erfährt.

Ist der Radius der vorderen (kleineren) Grenzfläche des Kegelstumpfes x, der Winkel zwischen der Seite des Kegels und der Basis τ, so ist gemäss der AUGUST'schen Bezeichnung der Widerstand W' des Kegelmantels

$$W' = W_0 \pi (a^2 - x^2) \cos^2 \tau,$$

---

1) FR. AUGUST, Journ. f. Math. **103**. p. 1—24. 1888; Archiv für die Artillerie- und Ingenieurofficiere des deutschen Reichsheeres **94**. p. 1—29. 1887.

wo W_0 den Widerstand einer ebenen Flächeneinheit bezeichnet, wenn die Bewegungsrichtung in die Normale zur Ebene fällt. Der Widerstand W_1 der Stirnfläche ist hiernach

$$W_1 = W_0 \pi x^2,$$

mithin der Widerstand W von Mantel und Stirnfläche zusammen

$$(1) \qquad W = W' + W_1 = W_0 \pi (a^2 \cos^2 \tau + x^2 \sin^2 \tau).$$

Zwischen x und τ besteht ferner die Gleichung

$$x = r - h \operatorname{cotg} \tau.$$

Nach Elimination von x findet man leicht, dass W zum Minimum wird für

$$(2) \qquad \operatorname{cotg} 2\tau = -\frac{h}{2r},$$

und zwar ist

$$(3) \qquad \text{Min. } W = W_0 \pi \{a^2 + \tfrac{1}{2} h^2 - \tfrac{1}{2} h \sqrt{4r^2 + h^2}\}.$$

Setzen wir, dem Vorgange von AUGUST folgend, den Durchmesser des cylindrischen Hauptkörpers des Geschosses (das Caliber) $2a = 1$, und drücken wir alle Widerstände in Procenten desjenigen Widerstandes aus, den die Basis $a^2\pi$ des Cylinders bei einer Bewegung in der Richtung der Axe des Cylinders erfährt (d. h. $W_0 \pi a^2 = 100$ gesetzt), so erhalten wir aus (3) für die von AUGUST berechneten Spitzenlängen $h = \lambda$ die zugehörigen Widerstände aus Gleichung (3). Zur besseren Uebersicht setzen wir in Reihe 1 und 2 die AUGUST'schen Zahlen hin.

Länge λ	0,66620	1,01527	1,3029
Durchmesser der Stirnfläche für 1 und 2	0,19863	0,09238	0,08909
Durchmesser der Stirnfläche für 3	0,28664	0,16792	0,11528
1. Minimalfläche . . .	27,84	15,71	10,52 Proc.
2. Kegelstumpf (AUGUST)	29,50	17,37	11,92 „
3. Kegelstumpf mit minimalem Widerstand . .	28,66	16,79	11,53 „

Wenn also die NEWTON'sche Hypothese in der Praxis Berücksichtigung verdient, so könnte man die Geschossspitzen

als Kreiskegelstumpfe construiren, ohne den Widerstand, der bei einer Spitze von der Form der Fläche kleinsten Widerstandes (und gleicher Länge) auftreten würde, erheblich zu vergrössern.

Wie ich mich durch weitere Rechnungen überzeugt habe, nähert man sich dem kleinsten Widerstande in Reihe 1 noch mehr, wenn man die Spitze aus zwei passend bestimmten Kegelstumpfen zusammensetzt. Wenn man z. B. den Kegelstumpf kleinsten Widerstandes von der Höhe $\lambda = 0{,}66620$ auswählt, die Stirnfläche vom Durchmesser 0,28664 belässt, aber in dem Abstande $^1/_3\,\lambda$ von der Stirnfläche einen Kreis von doppelt so grossem Durchmesser, also 0,57328, senkrecht zur Axe anbringt und ihn als Grenzfläche für zwei Kegelstumpfe benutzt, von denen der eine die Stirnfläche, der andere die Basisfläche des ursprünglichen Kegels als zweite Grenzfläche besitzt, so erhält man eine aus zwei Kegelstumpfen gebildete Spitze, deren Widerstand 28,05 Proc. von dem Widerstande der Cylinderbasis ist, während der Minimalwiderstand 27,84 Proc. beträgt. Zur Berechnung des Widerstandes des Mantels eines Kugelstumpfes dient hierbei die oben angeführte, von August benutzte Formel, der man in dem vorliegenden Falle passend die Gestalt geben kann:

$$W = W_0\,\pi\,\frac{(a-b)^2}{(a-b)^2+h^2}\,(a^2-b^2),$$

wo a den Radius der grösseren Basis, b den der kleineren (vorderen) Basis, h die Höhe bezeichnet. Es entfallen dabei auf die Stirnfläche 8,216 Proc., die erste Kegelfläche 7,159 Proc., die zweite 12,677 Proc. des Widerstandes.

Wie schon August zur Vergleichung mit der Fläche kleinsten Widerstandes ausser dem Rotationskegel noch zwei andere Formen herangezogen hat, nämlich Rotationsflächen, welche durch die Umdrehung eines Kreisbogens oder eines Parabelbogens um die Geschossaxe beschrieben werden und sich dem cylindrischen Geschosskörper anschliessen, so habe ich zu Uebungen für meine Zuhörer als weitere Beispiele die Rotationsflächen der Sinuscurve und der Lemniskate berechnet und erlaube mir, einige der erhaltenen Resultate zuzufügen.

1. Die Sinuscurve $y = a \sin(x/b)$.

Nach der für den Widerstand W' jeder Rotationsfläche geltenden Formel

$$W' = 2\pi W_0 \int_{y_1}^{y_2} \frac{y\,dy}{1+q^2},$$

wo $q = dx/dy$ ist, erhält man für

$$W = \frac{W' + W_1}{W_2},$$

wo $W_1 = \pi W_0 y_1^2$, $W_2 = \pi W_0 y_2^2$ gesetzt ist,

$$W = 1 - \frac{b^2}{y_2^2} \ln \frac{a^2 + b^2 - y_1^2}{a^2 + b^2 - y_2^2}.$$

Hier ist also W gleich als Bruchteil von W_2 ausgedrückt. Nimmt man hierin $y_1 = 0$ und y_2 gleich dem grössten Werte a von y, so folgt

$$(\alpha) \qquad W = 1 - \frac{b^2}{a^2} \ln \frac{a^2 + b^2}{b^2}.$$

Ist dagegen y_1 beliebig und $y_2 = a$, so ergiebt sich

$$(\beta) \qquad W = 1 - \frac{b^2}{a^2} \ln \frac{a^2 + b^2 - y_1^2}{b^2}.$$

Für $a = 0{,}5$ und $b = \frac{1}{18}$ folgt, wenn man die Länge λ der Spitze wie in den zweiten Zahlenbeispielen von AUGUST gleich 1,01527 setzt, $x_1 = 0{,}134464$ und $y_1 = 0{,}0821446$, also der Durchmesser des Stirnkreises gleich 0,16429. Aus Formel (β) berechnet man demgemäss $W = 0{,}20136$ oder 20,136 Proc. Diese Zahl ist kleiner als die von AUGUST für die beiden Vergleichsflächen gefundenen (21,24 Proc. und 21,70 Proc.).

2. Die Lemniskate $r^2 = a^2 \cos 2\varphi$. Für die Rotationsfläche um die Polaraxe findet man den Widerstand W':

$$W' = 2\pi W_0 a^2 \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sin\varphi \cos^3 3\varphi\, d\varphi$$

$$= 2\pi W_0 a^2 \Big[-\frac{32}{5}\cos^{10}\varphi + 18\cos^8\varphi - 18\cos^6\varphi + \frac{27}{4}\cos^4\varphi \Big]_{\varphi_1}^{\varphi_2}$$

oder auch den gleichwertigen Ausdruck:

$$\frac{a^2 \pi W_0}{160} \Big[60\cos 2\varphi - 30\cos 4\varphi + 5\cos 8\varphi - 4\cos 10\varphi \Big]_{\varphi_1}^{\varphi_2}.$$

Als einfachsten Fall kann man $\varphi_1 = \frac{1}{4}\pi$, $\varphi_2 = \frac{1}{6}\pi$ nehmen, d. h. die Rotationsfläche von der Spitze bis zur grössten Ordinate $y_2 = \frac{1}{4} a \sqrt{2}$. Nach Einsetzung dieser Grenzen folgt

$$W' = \frac{11}{320} a^2 \pi W_0.$$

Und da man für die Fläche vom Radius y_2 den Widerstand $W_2 = \pi W_0 y_2^2$ hat, so ist

$$\frac{W'}{W_2} = W = \frac{11}{40} = 0{,}275,$$

oder W' ist 27,5 Proc. des Widerstandes W_2 bei einer Spitzenlänge x_2, deren Verhältnis zu $2y_2$ durch die Zahl

$$\tfrac{1}{2}\sqrt{3} = 0{,}866025 = \lambda$$

gegeben wird.

In Bezug auf den Grad der Annäherung, der durch diese Formeln erreicht wird, möge noch die folgende Bemerkung hinzugefügt werden. Hr. Müller-Breslau hat auf Grund der Newton'schen Hypothese Berechnungen über die Geschwindigkeit angestellt, die mit einigen der neuerdings construirten Luftballons zu erreichen ist, und hat Resultate gefunden, die mit den wirklich erreichten Geschwindigkeiten nahezu übereinstimmten, während die Annahme anderer Gesetze (besonders des sogenannten Lössl'schen) ganz unbrauchbare Resultate ergab. Nach dieser mündlichen Mitteilung scheint also die Newton'sche Hypothese wenigstens für praktische Zwecke recht brauchbare Resultate zu ergeben.

Ueber einen Wehnelt'schen Unterbrecher für ganz schwache Ströme; von H. Starke.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 7. Juni 1901.)

(Vgl. oben p. 100.)

Wenn eine Stromquelle durch einen Leiterkreis geschlossen wird, der eine Selbstiuductionsspule und einen Wehnelt'schen Unterbrecher enthält, so steigt die Stromstärke in dem Kreise je nach der Grösse der Selbstinduction mehr oder weniger schnell an, bis die Platindrahtspitze des Unterbrechers genügend heiss wird, um eine Dampfhülle um sich zu erzeugen und so Stromunterbrechung herbeizuführen. Die Unterbrechungszahl zu gegebener Zeit ist unter sonst gleichen Verhältnissen grösser bei Anwendung einer grösseren elektromotorischen Kraft und einer kleineren Selbstinduction des Schliessungskreises. Ausserdem hängt aber die Unterbrechungszahl wesentlich von der Dicke des Platinstiftes ab. Indem ein dünner Draht schneller die zur Dampfbildung nötige Temperatur erreicht, bedingt die Anwendung eines solchen eine höhere Unterbrechungsgeschwindigkeit. Ich machte den Versuch, ob man die Zahl von Unterbrechungen sehr hoch machen könnte, indem man dem Platindraht eine äusserst geringe Dicke, von etwa einigen Hundertsteln eines Millimeters gäbe. Die Erwartung, die ich dabei hatte, dass der Betrieb eines solchen Wehneltunterbrechers en miniature mit einer verhältnismässig geringen elektromotorischen Kraft und einem schwachen Stromverbrauch von statten gehen würde, und derselbe daher bei den kleinen Inductorien für Messzwecke Verwendung finden könnte, fand sich vollauf bestätigt. Bei einer Dicke des Platindrahtes von 0,03 mm findet schon bei einer mittleren Stromstärke von ca. 0,02 Amp. eine scharfe Unterbrechung statt, und ein in den Kreis eingeschaltetes Telephon tönt laut. Je nach der Tiefe, bis zu welcher der Platindraht in die Säure eintaucht und je nach den äusseren Bedingungen der Selbstinduction und des Widerstandes ist der Ton von mehr oder weniger

Obertönen begleitet, sodass meist kein reiner Ton, sondern ein Unterbrechungsgeräusch im Telephon gehört wird.

Die hohe Unterbrechungszahl, sowie ein ganz geräuschloser Gang bei einfacher Handhabung und Herstellung machen den Unterbrecher geeignet für eine Anwendung bei Messungen, welche mit WHEATSTONE'scher Brücke und Telephon ausgeführt werden.

Für Leitfähigkeitsbestimmungen liegt ein Bedürfnis nach einem neuen Unterbrecher allerdings nicht vor. Ein geräuschlos arbeitender Hammorunterbrecher thut seine Dienste in genügender Weise. Die bei seiner Anwendung erreichte Schärfe der Einstellung an der Brückenwalze reicht vollkommen aus, und an den Leitfähigkeitsmessungen ist der physikalische Teil schon mit grösserer Genauigkeit ausführbar als der chemische. Der Umstand, dass bei Anwendung des langsamen Hammerunterbrechers kleine elektrolytische Widerstände infolge der Polarisation ein unscharfes Minimum ergeben, dadurch dass über das gute Minimum der Obertöne der nicht erlöschende Grundton sich lagert, ist ja leicht durch geeignete Wahl des Widerstandsgefässes zu umgehen, indem man eben zu kleine Widerstände vermeidet. Immerhin ist es aber erwähnenswert, dass bei der Messung eines Widerstandes von ca. 2 Ohm in ein und demselben Widerstandsgefäss einmal mit Hammerunterbrecher, dann mit dem WEHNELT'schen, in dem letzteren Falle ein ganz bedeutend besseres Minimum sich zeigte.

Wie überhaupt, so muss man auch bei Benutzung des beschriebenen Unterbrechers, unter verschiedenen Telephonen sich ein günstiges aussuchen. Ich habe bemerkt, dass dasjenige, welches mit dem Hammerunterbrecher die grösste Einstellungsschärfe erlaubte, auch mit dem anderen das beste Resultat ergab.

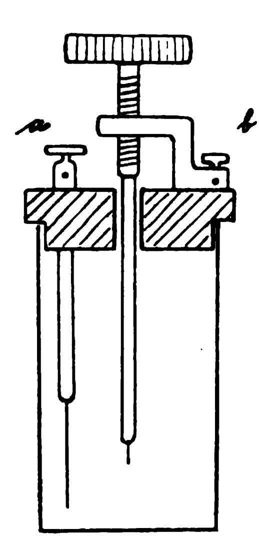
Während, wie eben gesagt, bei Leitfähigkeitsbestimmungen der neue Unterbrecher keine wesentlichen Vorteile gegen die bisher benutzten aufweist, möchte ich seine Anwendung dagegen sehr für Bestimmungen empfehlen, bei welchen eine grosse Wechselzahl nötig ist. Dies ist z. B. bei Vergleichung geringer Capacitäten, wie sie etwa bei Messungen von Dielektricitätsconstanten nach NERNST'scher Methode ausgeführt wird, der Fall. Hierbei wird in der Regel ein Saitenunter-

brecher mit ganz lose gespannter Saite angewandt. Gegen diesen Unterbrecher weist der hier beschriebene mehrere Vorzüge auf. Einmal ist die Unterbrechungszahl eine höhere, dann ist es aber besonders die einfache Herstellung — man kann sich den kleinen Apparat selbst in wenigen Minuten herstellen — und das absolut sichere, ganz geräuschlose Functioniren desselben. Mit Schliessen des Stromes ist auch Gang des Unterbrechers verbunden, während ein Saitenunterbrecher doch ein häufiges Nachstellen, Contactputzen etc. verlangt. Der Betriebsstrom ist, wie schon erwähnt, ein geringer; er kann durch mehr oder weniger tiefes Eintauchen der Spitze von einigen Hundertstel bis zu mehreren Zehntel Ampère gesteigert werden. Die günstigste Spannung beträgt 10—12 Volt, 5—6 Accumulatoren geben die besten Unterbrechungen, eine Vergrösserung der elektromotorischen Kraft verschlechtert die Wirkung. Die Zellen können wegen der geringen Stromentnahme natürlich ganz kleine sein. Es zeigt sich kein grosser Unterschied in der Güte der Wirkung mit der Richtung des Stromes im Unterbrecher. Um ein Geringes besser ist es, die Spitze, wie bei dem grossen Wehnelt'schen Unterbrecher, als positive Elektrode zu wählen.

Eine bequeme Form für die Selbstherstellung des beschriebenen Unterbrechers ist folgende: Ein kleines Bechergläschen, etwa zur Hälfte mit verdünnter Schwefelsäure (sp. Gew. ca. 1,16) gefüllt, wird durch einen Kork verschlossen. Als negative Elektrode dient ein kurzer Platindraht von einigen Zehntel Millimeter Dicke, als positive ein kleines Endchen allerfeinsten Platindrahtes (Dicke 0,02—0,03 mm), beide in Glasröhrchen so eingeschmolzen, dass einige Millimeter aus dem Glase herausragen. Die beiden Glasröhren werden so durch den Kork gesteckt, dass die negative Elektrode ganz in die Säure taucht, die verschiebbare positive von oben der Säureoberfläche genähert werden kann. Als Stromzuleitung führt man Kupferdrähte in die Glasröhren ein, in welchen ein Tropfen Quecksilber den Contact zum Platin sichert. Bei erster Einschaltung des Unterbrechers thut man gut, den Strom zu schliessen, während die Spitze des feinen Platindrähtchens sich noch ausserhalb der Säure befindet, und darauf erst den Contact zwischen beiden durch Heranschieben der Spitze herzustellen. Würde man

nämlich den Stromkreis schliessen, während die Spitze weit eintaucht, so könnte es leicht passiren, dass die Stromstärke zu gross wird und der haardünne Platindraht durchschmilzt.

Der hiesige Institutsmechaniker, Hr. ELLERMANN, fertigt zum Preise von 10 Mark den Unterbrecher in einer sehr bequemen Form an, die mit der eben beschriebenen Aehnlichkeit hat (vgl. Figur).



Als Verschluss des kleinen, 9 cm hohen, 5 cm weiten cylindrischen Glasgefässes dient ein gedrehter Deckel aus polirtem Holz, der an der Unterseite zum Schutz gegen die Säure mit Asphaltlack überzogen ist. Die negative Elektrode, ein in eine Zuführung aus dickem Bleidraht eingeklemmter Platindraht, ist mit der Klemme *a* verbunden. Der als positive Elektrode dienende feine Platindraht ist auch in einem Stück Bleidraht befestigt, welches am anderen Ende mit einem Gewinde versehen ist und in die mit Ebonitgriff versehene Stellschraube ein- und ausgeschraubt werden kann. Mit der Stellschraube kann das Eintauchen des Platindrähtchens regulirt und so die Stromstärke nach Belieben verändert werden. Die Klemme *b* dient zur Zuleitung. Da unterhalb des Holzdeckels sich nur Blei befindet, so kann der Unterbrecher ständig mit Säure gefüllt bleiben.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. Nr. 11.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 18. October 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Der Vorsitzende gedenkt des Verlustes, den die Gesellschaft seit der letzten Junisitzung durch den Tod ihrer Mitglieder

Prof. Dr. O. Wiedeburg
in Hannover

und

Dr. F. Caspary
in Berlin

erlitten hat.

Zu ehrendem Gedächtnis der Hingeschiedenen erheben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Der Vorsitzende legt ferner ein Exemplar der „Fortschritte der Physik im Jahre 1900“ vor und bemerkt dazu, dass es gelungen ist, das Werk in diesem Jahre wesentlich früher als in Vorjahren fertigzustellen und bereits die I. und III. Abteilung im Juni, die II. Abteilung Anfang September zur Ausgabe zu bringen.

Der Versuch dieser Beschleunigung, der in den folgenden Jahren wiederholt werden soll, ist ohne nennenswerte Einbusse

an Vollständigkeit durchführbar gewesen, denn auch bei dem früheren Erscheinungsmodus liess sich der Uebelstand einer gelegentlichen Unvollständigkeit und dadurch bedingter Nachträge infolge des späten Einganges wichtiger Publicationen, vornehmlich solcher ausländischer Academien, nicht immer vermeiden.

Um die Benutzung der „Fortschritte der Physik" noch mehr als bisher zu erleichtern und die Berichte noch weiteren Kreisen zugänglich zu machen, ist ferner auf einen Beschluss des Vorstandes hin vom vorliegenden Jahrgang ab eine Verringerung des Umfanges angestrebt worden, mit dem Erfolge, dass der vorliegende Jahrgang an Seitenzahl um ein Viertel schwächer ist, als der Jahrgang 1899. Diese Verringerung, welche sich vornehmlich auf die I. und II. Abteilung bezieht, ist nach den Gesichtspunkten durchgeführt, dass alle Arbeiten rein chemischen oder technischen Inhaltes von der Berichterstattung ausgeschlossen und die Referate über andere Arbeiten in ihrer Länge thunlichst reducirt wurden; auch konnte das Cap. 3a (Krystallographie) ohne Beeinträchtigung des Wertes der „Fortschritte der Physik" eine erhebliche Kürzung erfahren. Der Umfang der III. Abteilung ist gleichfalls um einige Bogen vermindert worden und zwar hauptsächlich dadurch, dass bei der Auswahl der Publicationen der physikalische Gesichtspunkt etwas schärfer in das Auge gefasst wurde, als dies bisher üblich war.

Hr. **O. Lummer** bespricht und demonstrirt darauf
ein neues Interferenz-Photo- und Pyrometer.

Hr. **F. F. Martens** macht dann eine Mitteilung über
die Brechungsindices von Quarz und Flussspat
und demonstrirt darauf
ein grosses Präcisions-Spectrometer mit Einrichtung zur Spectralphotographie.

Ein neues Interferenz-Photo- und Pyrometer; von Otto Lummer.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 18. October 1901.)

(Vgl. oben S. 130.)

Princip des Photometers.

Einleitung. Bei allen mir bekannten Photometern und den auf photometrischen Principien beruhenden Pyrometern liegt das photometrische Kriterium im Endlichen. Durch welche Hülfsmittel man auch die zu messende Strahlungsquelle zur Erleuchtung der Photometerfelder zwingt, ob durch Anwendung diffus reflectirender Flächen, Mattscheiben oder geeigneter Linsencombinationen, stets befinden sich die Photometerfelder selbst in der deutlichen Sehweite bez. bei Benutzung einer Lupe innerhalb deren Brennweite.

Abweichend hiervon verhält sich das neue Photometer, bei welchem das photometrische Kriterium theoretisch im Unendlichen, praktisch auf dem zu messenden Objecte gelegen ist. Infolge dieser Eigenschaft bietet das neue Instrument, wie wir sehen werden, die Möglichkeit, ohne Anwendung irgend welcher Linsen die Helligkeitsverteilung im Raume zu bestimmen und auch sehr nahe benachbarte Teile einer diffus leuchtenden Fläche in Bezug auf ihre Helligkeit, Intensität oder Temperatur miteinander zu vergleichen. Gleichzeitig gestattet das neue Princip die Messung der Temperatur kleiner, anvisirter, selbstleuchtender fester Körper, gleichtemperirter Hohlräume, von Hochöfen etc. zu bestimmen und zwar in besonders einfacher Weise unter Benutzung einer Hefnerlampe, einer Petroleumlampe oder dergleichen als Vergleichslichtquelle.

Das photometrische Kriterium. Als photometrisches Kriterium werden die sogenannten Herschel'schen Interferenz-

streifen an der Grenze der totalen Reflexion verwendet, welche entstehen, wenn man zwei rechtwinklige Prismen mit ihren Hypotenusenflächen aufeinanderlegt und längs der totalreflectirten Strahlen nach einer diffus leuchtenden Fläche oder matten Scheibe blickt. Da diese Interferenzstreifen im durchgehenden und reflectirten Lichte zu einander complementär sind, so müssen sie verschwinden, wenn die beiden diffusen Flächen von gleicher Helligkeit sind. Es stellt daher der mit Mattscheiben versehene Würfel eine der vielen, möglichen Formen eines „idealen“ Fettfleckes dar, welche BRODHUN[1]) und ich in unserer ersten grösseren photometrischen Arbeit anführen. Dort haben wir auch erwähnt, dass diese specielle Würfelform von FUCHS[2]) schon im Jahre 1880 als photometrisches Princip vorgeschlagen worden ist, ohne irgend welche Beachtung gefunden zu haben. Durch zahlreiche Einstellungen überzeugten wir uns jedoch, dass dieses Interferenzprincip zwar sehr empfindlich ist, an Empfindlichkeit aber hinter unserem Würfel, zumal unter Benutzung des Contrastprincipes, zurückbleibt und wegen des stetigen Ueberganges der Intensität von einem hellen zum dunkeln Streifen auch stets bleiben muss. Die geringere Genauigkeit dieses Interferenzwürfels wird aber reichlich aufgewogen durch die Vorteile, welche derselbe bei der neuen und eigenartigen Verwendung mit sich bringt. Ehe wir auf die Erreichung dieser verschiedenartigen Zwecke eingehen, wollen wir uns aber mit der Theorie der an der totalen Reflexionsgrenze auftretenden Interferenzen näher beschäftigen, weil erst sie zu den hier gezogenen Consequenzen geführt hat.

Beiträge zur Theorie der „Herschel'schen“ Streifen.

a) Ort der HERSCHEL'schen Streifen. Wie ich schon an anderer Stelle dargethan habe[3]), sind die sogenannten

---

1) O. LUMMER u. E. BRODHUN, Zeitschr. f. Instrumentenk. 9. p. 41 bis 50. 1889.

2) FR. FUCHS, Wied. Ann. 11. p. 465—473. 1880.

3) O. LUMMER, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 504—513. 1900.

HERSCHEL'schen Streifen identisch mit den „Curven gleicher Neigung“ oder den Ringen, welche an einer planparallelen Platte auftreten, welche von parallelen Büscheln gebildet werden und somit im Unendlichen zu liegen scheinen. Um sie also in möglichster Vollkommenheit zu erhalten, muss man vor allem die Luftplatte zwischen den beiden Prismen möglichst planparallel gestalten und um sie in ihrer ganzen Schärfe zu beobachten, muss man auf Unendlich accommodiren oder sich eines Fernrohres bedienen. Erst wenn die Luftschicht sehr dünn ist, wie bei zwei direct aufeinander gelegten Prismen wird man von der Accommodation unabhängig. Nur infolge dieses Umstandes hat FUCHS diese Streifen überhaupt sehen können, da er ausdrücklich vorschreibt, auf die nahe dem Würfel befindlichen matten Scheiben zu accomodiren.

Wendet man aber eine planparallele Luftplatte an und bedient sich eines Fernrohres, dann kann man die matten Scheiben auch in beliebige Entfernung bringen oder sie ganz fortlassen und direct nach der Lichtquelle blicken. Stets wird man die Interferenzringe wahrnehmen. Theoretisch liegen die Ringe zwar im Unendlichen, thatsächlich sieht man sie aber bei Beobachtung mit blossem Auge auf allen Objecten liegen, die man durch den Würfel anvisirt. Bedient man sich eines schwach vergrössernden Fernrohres, so erscheinen auch in diesem Falle die anvisirten Objecte zugleich mit den Streifen deutlich, wenn sie weiter als etwa 3 m abstehen.

Zwei weitere Vorzüge haften den Planparallelitätsringen in der Nähe der Totalreflexion an, welche sie gegenüber allen anderen Interferenzerscheinungen förmlich dazu prädestiniren, in den Dienst der Photometrie gestellt zu werden. Erstens besitzen diese Streifen infolge der Mitwirkung aller vielfach in der Luftplatte hin und her reflectirten Strahlen eine ausserordentliche Schärfe, wie sie sonst nur den Beugungserscheinungen an Gittern eigen ist und zweitens sind sie an der Stelle der grössten Schärfe achromatisch.

b) Gestalt und Anzahl der HERSCHEL'schen Streifen. Besprechen wir zunächst die Gestalt der Streifen. In Fig. 1 ist der Verlauf eines unter dem Winkel γ einfallenden Strahles skizzirt, welcher schliesslich in der Luftplatte den Winkel α

mit dem Lote derselben bildet und sich in die verschiedenen, einander parallelen Strahlen 1, 2, 3, 4 etc. teilt. Ist d die Dicke der Platte und n der Brechungsindex der beiden Prismen,

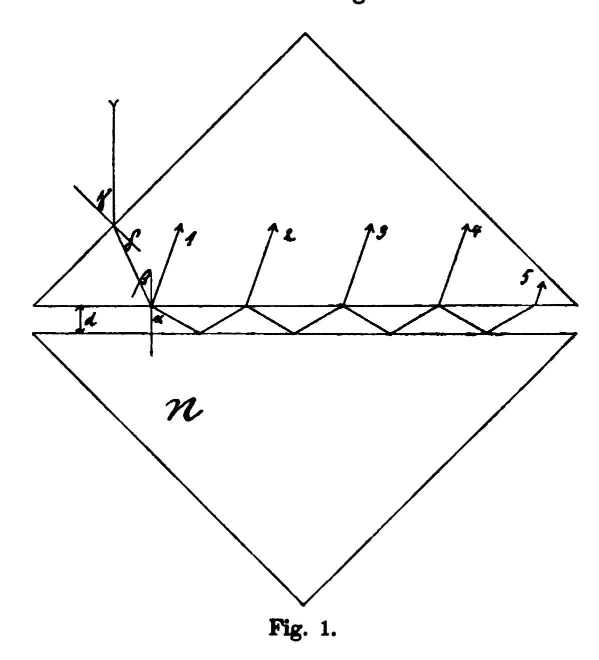


Fig. 1.

so ist der Gangunterschied Δ benachbarter Strahlen 1, 2 oder 2, 3 oder 4, 5 etc. in halben Wellenlängen λ des benutzten Lichtes ausgedrückt:

$$\Delta = \frac{4\,d\cos\alpha}{\lambda}. \tag{1}$$

Zunächst folgt hieraus, dass die Curven gleichen Gangunterschiedes, also auch gleicher Intensität Kreise sind, deren Centrum auf der Plattennormalen liegt, natürlich durch das Prisma hindurch gesehen. Ferner nimmt die Wegdifferenz benachbarter Strahlen von

$$\Delta = 0 \quad \text{für} \quad \alpha = 90^0$$

allmählich zu bis:

$$\Delta = \frac{4\,d}{\lambda} \quad \text{für} \quad \alpha = 0^0,$$

d. h. vom totalen Reflexionswinkel

$$\left[\sin \beta = \frac{1}{n}\right]$$

bis zum normal auf die Platte treffenden Strahl um $4\,d/\lambda$; diese Grösse giebt also zugleich die Anzahl aller möglichen, hellen und dunkeln Ringe an.

Um die Lage, bez. die Anzahl der Streifen zu finden, bedient man sich am besten der folgenden, in meiner Dissertation[1]) abgeleiteten Formel:

$$\sin^2 \alpha_x = \frac{\lambda}{2\,d}\,x - \frac{\lambda^2}{16\,d^2}\,x^2, \tag{2}$$

in welcher x die Ordnungszahl des hellen oder dunkeln Kreises angiebt, wenn man das Centrum als nullten Kreis zählt. Aus der Grösse des Winkels α folgen sodann mittels der Beziehungen:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{\sin \gamma}{\sin \delta} \tag{3}$$

und

$$\delta + \beta = 45^0, \tag{4}$$

die Werte des zugehörigen Winkels γ.

In den folgenden beiden Tabellen sind die Werte von α, β und γ für die Dicken $d = 2\,\lambda$ und $20\,\lambda$ einer planparallelen Luftplatte mitgeteilt.

$d = 2\,\lambda.$

x	α	β	γ
8	90° —′	41° 8′	5° 53′
7	82 49	40 45	6 28
6	75 8	39 34	8 17
5	67 59	37 35	11 19
4	60 -	34 44	15 43
3	51 20	31 47	20 20
2	41 25	25 48	30 —
1	28 57	18 34	44 27

1) O. Lummer, Wied. Ann. 23. p. 61. 1884.

$d = 20\,\lambda$.

x	α	β	γ
80	90°	41° 8′ 23″	5° 52′ 20″
79	89° 11′	41 8 10	5 52 45
78	88 37	41 7 30	5 53 47
77	87 50	41 6 15	5 55 40
76	87 8	41 4 40	5 58 —
75	86 25	41 2 30	6 1 20
— — — —	— — — — —	— — — — — —	— — — — — —
5	20 22	13 14	52 47
4	18 12	11 51	56 13
3	15 44	10 17	59 58
2	12 50	8 24	65 —
1	9 4	5 57	73 15

Der letzte Ring ist also stets identisch mit der Grenze der Totalreflexion. Was die Tabellen aber zeigen sollen, ist, dass infolge des prismatischen Strahlenganges die Winkeldistanz benachbarter Ringe beim Austritt der Strahlen viel enger ist, als im Innern der Luftplatte und dass demnach die gleiche Anzahl Ringe aussen sich in einem kleineren Kegelraume entwickelt als innerhalb der Platte. Uebersichtlicher ist dieser Vorgang aus der Fig. 2 zu ersehen, in welcher die Resultate für $d = 2\,\lambda$ der ersten Tabelle graphisch eingetragen sind. Abgesehen vom Centrum kann also ein bei m befindliches Auge recht gut die sämtlichen Ringe übersehen und aus der Anzahl sogar auf die Dicke der Luftplatte schliessen. Dieser merkwürdige prismatische Strahlengang bewirkt also, dass eine zwischen zwei Prismen gebildete Luftplatte noch da deutliche Minima und Maxima aufweist, wo eine gleichdicke, zwischen Glasplatten erzeugte, Luftplatte nur eine überall gleichmässige Helligkeit zeigen würde.

Kann man die Ringe bei sehr kleinen Luftdicken noch mit blossem Auge erkennen, so ist dies bei dickeren Platten ohne Anwendung eines Fernrohres nicht möglich. Gerade die geringe Winkeldistanz aber dürfte erwünscht sein, wenn es sich wie beim Vollmond oder ähnlichen Objecten darum handelt,

die Helligkeit verschiedener, sehr benachbarter Teile miteinander zu vergleichen. Jeder helle Streifen verdankt nämlich, wenigstens bei genügend engen abbildenden Strahlencylindern, seine Entstehung einer anderen Stelle des anvisirten Objectes.

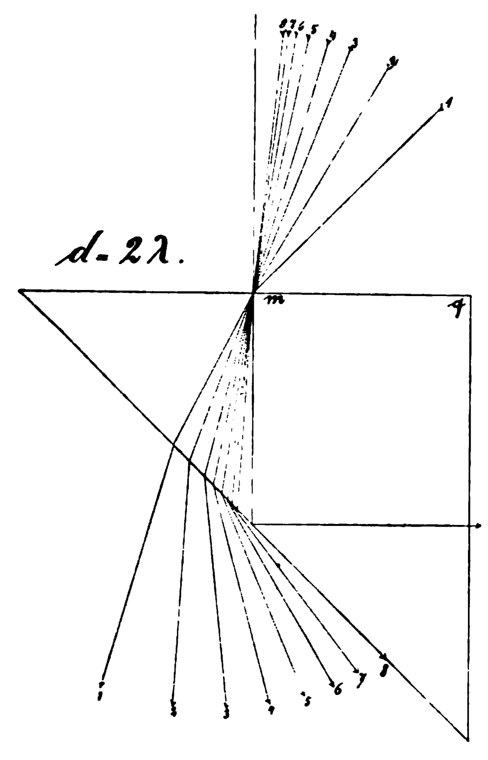


Fig. 2.

c) Achromasie der Streifen. Da bei jeder Dicke der Luftplatte der Gangunterschied in unmittelbarer Nähe der Totalreflexion mit Null beginnt, so muss die Erscheinung stets auch im weissen Lichte auftreten. Glücklicherweise lagern sich aber die den verschiedenen Farben zukommenden Ringsysteme hier anders übereinander, als beim NEWTON'schen Farbenglase und zwar deshalb, weil für jede Farbe der Grenzwinkel der Totalreflexion und somit auch der Anfangs-

punkt ein anderer ist. Dieser Umstand zusammen mit der Abhängigkeit der Ringdistanzen von der Farbe bewirkt, dass nahe der Totalreflexion sich ein achromatischer Streifen ausbildet, welcher die photometrische Messung wesentlich erleichtert. Die Achromasie dieser Streifen ist von Lord RAYLEIGH[1]) genauer erörtert worden.

Aber auch bei keilförmiger Luftschicht erhält man nahe der Totalreflexion trotz Anwendung weissen Lichtes ein achromatisches Streifensystem, bei welchem sämtliche Streifen innerhalb des ganzen Sehfeldes eine fast tiefschwarze Färbung annehmen, wenn man folgende Versuchsanordnung[2]) wählt. Man setzt den Würfel mit der schwach keilförmigen Luftschicht auf das Tischchen eines Spectrometers, orientirt den sehr engen Spalt parallel zur Kante des Luftkeiles und damit zur Streifenrichtung und beobachtet nach Fortnahme des Oculars mittels des Fernrohrobjectivs als Lupe, indem man auf die Luftplatte accommodirt.

Beim Drehen des Würfels erreicht man nahe der totalen Reflexion einen Einfallswinkel, für welchen die Streifen ihre Färbung verlieren und die Minima vollkommen schwarz werden.

d) Schärfe der Ringe. Zu dem Vorteil, dass die Ringe in der Nähe der Totalreflexion achromatisch sind und einander sehr nahe liegen, gesellt sich noch der weitere, dass sie daselbst auch eine abnorme Schärfe besitzen.[3]) Zur Erörterung dieses Umstandes bedarf es der Berücksichtigung auch der vielfach reflectirten Strahlen (3, 4, 5 etc., Fig. 1), welche man bei Berechnung der Gestalt und Lage der Streifen ignoriren darf. Man hat also die Intensität zu berechnen, welche die aus einem einfallenden Strahle entstehenden, unendlich vielen Strahlen (1 bis ∞) in ihrem Vereinigungspunkte erzeugen.

Merkwürdigerweise war die vollständige Theorie der

---

1) Lord RAYLEIGH, Phil. Mag. (5) 28. p. 197. 1889.

2) Diese Versuchsanordnung habe ich schon in MÜLLER-POUILLET's Lehrbuch der Physik, 9. Aufl. 2. Optik p. 935 angegeben. In der betreffenden Fig. 609 ist übrigens die Strahlenrichtung umzukehren.

3) Vgl. CH. FABRY, Journ. de Phys. 1. p. 313—332. 1892 und O. LUMMER, Ber. d. Berl. Akad. d. Wissensch. p. 504—513. 1900.

Planparallelitätsringe schon vorhanden, noch ehe diese selbst überhaupt entdeckt waren, da nämlich die Airy'sche Theorie der Farben dünner Blättchen[1]) unter Berücksichtigung aller vielfach reflectirten Strahlen auch die Theorie der Ringe an beliebig dicken Platten umfasst. Nach Airy ist die Intensität aller Strahlen 1 bis ∞ für das reflectirte Licht:

$$J_{1 \text{ bis } \infty} = \frac{1}{1 + \frac{(1-\sigma^2)^2}{4\sigma^2} \frac{1}{\sin^2\beta}}, \tag{5}$$

wenn man die Intensität des einfallenden Lichtes gleich Eins setzt, mit β die Phasendifferenz zweier benachbarter Strahlen und mit σ^2 den Reflexionscoefficienten (nach Fresnel) bezeichnet, welcher dem betrachteten Einfallswinkel (α) zukommt. Die Phasendifferenz β wechselt vom Maximum zum Minimum zwischen $\pi/2$ und Null, also dementsprechend $\sin^2\beta$ zwischen 1 und Null. Je nach dem Wert des Reflexionscoefficienten σ^2 aber, also je nachdem man die Ringe an einer Platte bei senkrechter oder streifender Incidenz betrachtet, für welche σ^2 4 Proc. oder nahe 100 Proc. beträgt, ist der Verlauf der Intensität $J_{1 \text{ bis } \infty}$ vom Maximum zum Minimum ein sehr verschiedener.

Um ein Bild dieser Intensitätscurven zu erhalten, hat man J bei einem gewissen Wert von σ^2 für verschiedene Werte von $\sin^2\beta$ zu berechnen. Diese Rechnung habe ich für $\sigma^2 = 0{,}90$, $\sigma^2 = 0{,}64$ und $\sigma^2 = 0{,}37$ ausgeführt und zwar für die um 0,1 fortschreitenden Werte von $\sin^2\beta$. Diesen Werten von σ^2 entsprechen bei einer Glasplatte die Einfallswinkel $\alpha = 88^0$, 83^0 und 75^0; ihnen kommen die Curven AB, AC und AD zu, welche in Fig. 3 enthalten sind und ein anschauliches Bild davon liefern, wie schnell die Intensitätscurven mit abnehmendem Werte von σ^2 in einen sinusartigen Verlauf übergehen. Was bei einer Luftplatte in der Nähe der totalen Reflexion so leicht erreichbar ist, der hohe Betrag von σ^2 und die Mitwirkung aller vielfach reflectirten Büschel, erreicht man bei einer dicken planparallelen Glasplatte erst bei Anwendung sehr

1) G. B. Airy, Phil. Mag. (3) 2. p. 20. 1833.

schräger Incidenz der Strahlen und relativ grosser Dimension der Platte.[1])

Entsprechend dem steilen Verlauf der Intensitätscurve für $\sigma^2 = 0,9$ muss also die Schärfe der Streifen gerade in der Nähe

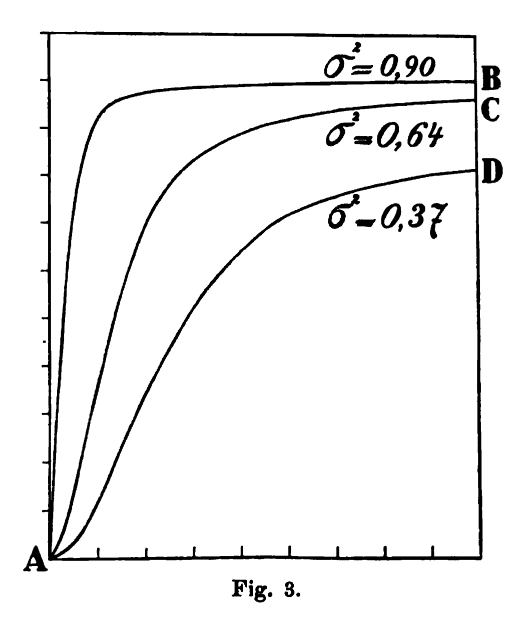


Fig. 3.

der Totalreflexion eine abnorme sein. Dies ist thatsächlich der Fall und daher ist auch die Empfindlichkeit des Photometers eine relativ grosse.

Anwendung des Photometers.

Zum Schluss wollen wir an der Hand der Fig. 4 die Verwendung und Handhabung des Photometers für die verschiedenen Zwecke besprechen.

a) Messung von Lichtstärken. Dieser hier nur untergeordnete Zweck wird erreicht, wenn man, wie es schon Fuchs

1) Vgl. O. Lummer, „Eine neue Interferenzmethode zur Auflösung feinster Spectrallinien", Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. 3. p. 85 bis 98. 1901.

gethan hat, vor den Würfel *ABCD* die matten Scheiben S_1 und S_2 bringt. Man vergleicht dann die von der Lichtquelle L_1 am Orte von S_1 hervorgebrachte Beleuchtungsstärke mit der von der Lichtquelle L_2 am Orte von S_2 erzeugten Helligkeit. Wir wollen L_2 als die Vergleichslichtquelle bezeichnen.

Als solche kann man entweder eine auf constantem Strome gehaltene Glühlampe verwenden, deren Lichtstärke man in Hefnerkerzen kennt, oder man benutzt direct die Hefnerlampe. Natürlich muss man die Entfernung L_1 S_1 variiren und messen können.

b) Vergleichung der Helligkeitsverteilung auf einer leuchtenden Fläche. Für diesen Zweck nimmt man die matte Scheibe S_1 fort, sodass man durch den Würfel direct auf die zu messende Fläche L_1 blickt. Es möge ihr Abbild l_1 in dem auf Unendlich eingestellten Fernrohr mit den Streifen zugleich deutlich erscheinen, welche im reflectirten Lichte entstehen, wenn die matte Scheibe S_2 vom Vergleichslicht L_2 beleuchtet wird. Denken wir uns zunächst die Vergleichslichtquelle aus-

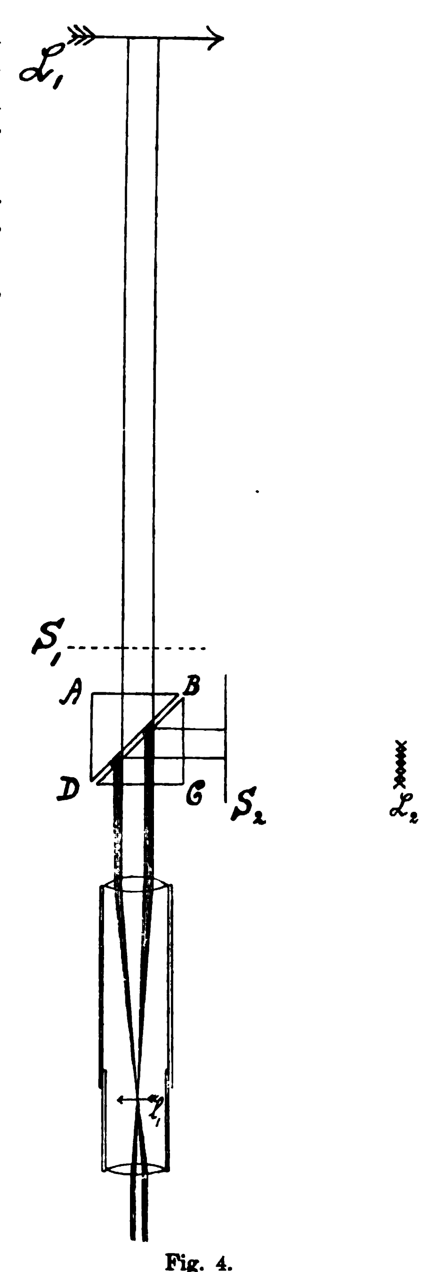


Fig. 4.

gelöscht und als Object L_1 die Flamme eines Gas-Breitbrenners; dann entsteht im Fernrohr ein discontinuirliches Abbild der Flamme, weil sie da, wo die Minima liegen, überhaupt nicht sichtbar ist. Die Maxima aber sind von verschiedener Helligkeit, falls die Gasflamme nicht an allen Stellen gleich intensiv leuchtet. Dies erkennen wir sehr deutlich, wenn wir die Vergleichs-Lichtquelle L_2 wieder leuchten lassen und sie der matten Scheibe so weit nähern, bis die Minima auf dem Bilde der Gasflamme verschwunden sind. Ist dies Verschwinden nämlich nicht für alle Minima gleichzeitig zu bewirken, so folgt daraus deutlich, dass die Gasflamme an den verschiedenen Stellen verschieden hell ist. (Es wurde dies Experiment vorgeführt.)

Statt der Gasflamme kann man jede beliebige helle Fläche im Raume anvisiren und so mit grosser Bequemlichkeit die Helligkeitsverteilung im Raume feststellen. Ja, man kann mit einem Blick oder vermittelst einer kleinen Drehung des Instrumentes direct überschauen, wie die Helligkeit auf einer Lampenglocke, auf einer Wolke, längs eines glühenden Platinbleches etc. von Stelle zu Stelle wechselt.

Aber auch wenn man nichtweisse Objecte, wie die Tische in einem Zimmer, die Dächer der Häuser, das Grün des Laubes anblickt, kann man noch ein Verschwinden der Streifen und eine wenn auch nur ungenaue Einstellung bewirken. Nähere Versuche müssen freilich darthun, inwieweit solche Vergleichungen ungleich gefärbter Objecte von Wert sind.

c) Messung von Temperaturen. Schon früher hat man auf photometrischem Wege Temperaturen zu bestimmen versucht.[1]) Dazu stellte man sich eine Beziehung her zwischen der Temperatur eines Körpers und seiner photometrischen Energie für eine bestimmte Wellenlänge oder einen durch ein rotes Glas begrenzten Spectralbezirk, extrapolirte diese empirische Curve, wenn nötig, und trug in dieselbe die an einem beliebigen, hocherhitzten Körper gemessene Helligkeit ein. Daraus ergab sich dann auch die unbekannte Temperatur dieses Körpers.

1) Vgl. Le Chatelier und Boudouard „Températures élevées". Paris 1900.

Einen Fortschritt bedeutete es, als H. WANNER[1]) zur Herstellung der Curve den schwarzen Körper zu Grunde legte. Jedoch erwiesen sich seine aus Messungen an der Zirkonlampe gezogenen Schlüsse als unrichtig und die mit Hülfe der schwarzen Körpercurve bestimmten Temperaturen erhielten erst den genügenden Grad von Sicherheit, als den Curven des schwarzen Körpers auch diejenigen des blanken Platins gegenübergestellt waren.[2])

Diese Versuche von PRINGSHEIM und mir zeigten, dass weiss glühendes Platin für jede Wellenlänge zwar nur halb soviel photometrische Energie wie der schwarze Körper gleicher Temperatur aussendet, dass aber beide Energien einander schon gleich sind, falls Platin eine nur um etwa 100° höhere Temperatur besitzt.

Hieraus folgt erstens, dass die photometrische Temperaturbestimmung im wesentlichen von der Art des strahlenden Körpers unabhängig ist, falls er nur zu den undurchsichtigen Temperaturstrahlern gehört; zweitens aber geht daraus hervor, dass die Genauigkeit der photometrischen Einstellung eine sehr nebensächliche Rolle spielt. Ein Einstellungsfehler von 10 Proc. bewirkt in der Temperaturbestimmung erst einen Fehler von etwa 10° bei der Temperatur weissglühenden Platins.

Die Bedeutung der „schwarzen" Temperaturcurve wird noch beträchtlich erhöht, seitdem man infolge von Strahlungsmessungen im ultraroten Gebiet[3]) die allgemeine Spectral-

---

1) H. WANNER, Ann. d. Phys. 2. p. 141—157. 1900. Vgl. auch F. PASCHEN u. H. WANNER, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 5—11. 1899.

2) O. LUMMER u. E. PRINGSHEIM, „Die Temperaturbestimmung hoch erhitzter Körper (Glühlampe etc.) auf bolometrischem und photometrischem Wege", Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. 3. Nr. 4. p. 36—46. 1901.

3) Vgl. O. LUMMER u. E. PRINGSHEIM, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 1. p. 23—41 und p. 215—235. 1899; 2. p. 163—180. 1900; 3. p. 36—46. 1901. Ferner H. RUBENS u. F. KURLBAUM, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 929—941. 1900; Ann. d. Phys. 4. p. 649—666. 1901. Eine historische und kritische Darstellung der Strahlungsmessungen bis 1900 vgl. in O. LUMMER, Le rayonnement des Corps noirs, Rapp. Intern. Congrès, Paris 1901.

gleichung der schwarzen Strahlung kennt, wenigstens soweit es für die vorliegenden Zwecke nötig ist. Danach kann man behaupten, dass die Curve:

$$\log E = f(1/T),$$

wo E die Helligkeit und T die abs. Temperatur des schwarzen Körpers bedeutet, für jede Wellenlänge im sichtbaren Spectralgebiet bis gegen 5000° eine Gerade ist, wie es die WIEN'sche Spectralgleichung[1]) fälschlich für alle Temperaturen und auch für die langen Wellen verlangt. Von 5000° an nimmt die Curve $\log E = f(1/T)$ auch im sichtbaren Gebiete eine Krümmung an, welche durch die von PLANCK[2]) aufgestellte Spectralgleichung:

$$E = \frac{C\lambda^{-5}}{e^{\frac{c}{\lambda T}} - 1}$$

bestimmt ist, in welcher C und c Constanten, λ die Wellenlänge und e die Basis der natürlichen Logarithmen bedeuten.

Jedenfalls darf also die bis zu den messbaren Temperaturen von etwa 1600° C. empirisch gefundene gerade Linie:

$$\log E = f(1/T)$$

ohne Bedenken bis zu 5000° einfach verlängert werden, sodass man auch die allerhöchsten Temperaturen mit Hülfe einer einzigen photometrischen Einstellung aus jener Curve erschliessen kann.

Erst infolge dieser verschiedenen wichtigen Ergebnisse war die sichere Basis gewonnen, auf der man zur Benutzung der spectralphotometrischen Methode der Temperaturbestimmung übergehen und zur Construction „optischer Pyrometer" schreiten konnte. Dies ist auch allsogleich geschehen.[3])

Ein sehr wesentlicher Teil bei einem optischen Pyrometer

---

1) W. WIEN, Wied. Ann. 58. p. 662—669. 1896.

2) M. PLANCK, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 2. p. 202—204. 1900.

3) H. HOLBORN u. F. KURLBAUM, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 712—719. 1901.

ist die Vergleichslichtquelle, da die gesamte Helligkeit sehr schnell mit der Temperatur ansteigt.[1]) Benutzt man als Vergleichslicht eine Glühlampe, so kann man sich zur Constanthaltung ihrer Leuchtkraft entweder der Compensationsmethode bedienen[2]) oder aber eines empfindlichen Ampèremeters, um direct den elektrischen Heizstrom zu messen.[3]) Beim Pyrometer von Holborn und Kurlbaum bringt man durch Aenderung des genau messbaren Heizstromes den Faden der Vergleichsglühlampe auf dem optischen Bilde der zu messenden Strahlungsquelle zum Verschwinden und erhält aus der Stärke des Heizstromes mit Hülfe einer Tabelle die Temperatur der Strahlungsquelle.

Die Eigenart des neuen Photometers, dass sein Kriterium nicht im Endlichen liegt, wie bei den bisherigen Photometern und Pyrometern, sondern auf dem anvisirten Objecte, kommt zu ihrer vollen Geltung erst bei der Benutzung des Photometers als optisches Pyrometer, da bei ihm eine Hefnerlampe, Benzinflamme oder Petroleumlampe als Vergleichslichtquelle vollkommen ausreicht. Nimmt man nämlich ausser der matten Scheibe S_1 auch noch die matte Scheibe S_2 fort, so blickt man direct sowohl in die zu messende Strahlungsquelle L_1 als auch direct in die Vergleichslichtquelle L_2. Benutzt man als solche z. B. eine Hefnerlampe, so wird man selbst bei Aenderung der Gesamthelligkeit dieser Flamme doch noch die gleichen Temperaturbestimmungen erhalten, wenn man stets auf das Verschwinden der Streifen im hellsten Teile der Hefnerkerze einstellt, da die Flächenhelligkeit dieser Stelle nur unwesentlich von der Form, Grösse und Gestalt, also auch der gesamten Leuchtkraft der Flamme abhängen dürfte. Bei Einhaltung der Vorschriften[4])

---

1) O. Lummer u. F. Kurlbaum, Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges. **2**. Nr. 8. p. 89—92. 1900 und Ann. d. Phys. **5**. p. 829—856. 1901.

2) O. Lummer u. E. Brodhun, Zeitschr. f. Instrumentenk. **10**. p. 1—14. 1890.

3) Dies geschieht bei dem von E. Brodhun construirten sogenannten transportablen „Lindenphotometer“.

4) Vgl. die Beglaubigung der Hefnerlampe durch die Physik.-Techn. Reichsanstalt; Schilling's Journ. f. Gasbel. **34**. p. 489—492 u. p. 509—512. 1891; **36**. p. 341—346. 1893.

kann übrigens auch die gesamte Leuchtkraft der ganzen Flamme bis auf einige Procente constant gehalten werden. Um auf die hellste Stelle der Hefnerflamme einstellen zu können wird man natürlich das Bild der ganzen Flamme im Gesichtsfeld abbilden und zu diesem Zwecke die Lampe in die Brennebene einer Linse setzen. Desselben Mittels kann man sich natürlich auch im durchgehenden Lichte bedienen. Nur ist darauf zu achten, dass man bei der Temperaturmessung unter denselben Bedingungen arbeitet, unter denen man die Aichung vorgenommen, d. h. die isochromatische Curve für den schwarzen Körper ausgeführt hat. Was von der Hefnerlampe gesagt wurde, gilt im wesentlichen auch von der Benzinkerze und der Petroleumflamme.

Als Lichtschwächungsmittel kommen Rauchglasplatten und Nicol'sche Prismen in Betracht, deren gegenseitige Stellung an einem Teilkreise ablesbar ist; ausserdem ist bei Anwendung von Mattscheiben auch die directe Entfernungsänderung zu benutzen. Am besten ist es, man bedient sich aller dieser Mittel zugleich, da bei dem ausserordentlich schnellen Fortschreiten des Lichtes mit der Temperatur die Lichtschwächung innerhalb weiter Grenzen geschehen muss. Der vorgeführte, von Fr. Schmidt & Haensch in Berlin nach Angaben des Hrn. Haensch construirte Apparat ähnelt im Aeusseren einem L. Weber'schen Photometer.[1]) Das Visirrohr ist zugleich mit dem Würfel, mit dem zur Aufnahme der Rauchglasplatten bestimmten Behälter und der Nicolmessvorrichtung um die Axe des zweiten Rohres drehbar. In diesem bewegt sich eine kleine Glühlampe, deren Strom constant gehalten und deren Entfernung von der matten Scheibe S_2 gemessen werden kann. Diese Mattscheibe kann ebenso wie diejenige S_1 im durchgehenden Lichte zurückgeschlagen werden. Ausserdem können zwischen die Mattscheibe S_2 und die Würfelfläche BC Rauchglasplatten eingeschoben werden.

Statt des Rohres mit der Glühlampe kann man ein zweites Rohr benutzen, welches in geeignetem Behälter die Hefner-

1) Das L. Weber'sche Photometer und seine Anwendung. Catalog von Fr. Schmidt & Haensch vom Jahre 1900.

lampe trägt, eventuell auch eine kleine Petroleumlampe aufnehmen kann. Wenn auch das ganze Instrument erst nach Ausführung einer genügenden Anzahl von Messungen eine endgültige Gestalt annehmen dürfte, so schien es mir doch jetzt schon an der Zeit, das neue Princip zu beschreiben und seine Anwendbarkeit auf bisher schwer oder ganz unlösbare Probleme darzulegen. Sobald das Photometer auch in seinen Einzelheiten von der Firma Schmidt & Haensch durchkonstruirt ist, werde ich mir erlauben, dasselbe mit Angabe genauer Messungen Ihnen noch einmal vorzuführen.

Berichtigung; von H. Starke.

(Vgl. oben S. 125.)

In meiner Mitteilung „Ueber einen WEHNELT'schen Unterbrecher für ganz schwache Ströme“, in der vorigen Nummer (10) dieser Verhandlungen, habe ich zum Schlusse bemerkt, dass der von mir besprochene Unterbrecher von dem Institutsmechaniker ELLERMANN zum Preise von ℳ. 10.— zu beziehen sei.

Hiergegen hat die Firma FERDINAND ERNECKE in Berlin in einem an mich gerichteten Schreiben auf Grund des Patentes des Hrn. Dr. WEHNELT, dessen alleinige Ausnutzungsrechte der genannten Firma vertraglich übertragen sind, Einspruch erhoben. Der angegebene Unterbrecher kann daher nicht von unserem Institutsmechaniker bezogen werden.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. Nr. 12.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Am Sonnabend, den 26. October 1901, morgens gegen 11 Uhr, verschied sanft

Dr. Arthur König,

Professor an der Universität Berlin,

im 46. Lebensjahre.

Seit dem Jahre 1881 der Physikalischen Gesellschaft als Mitglied angehörig, war der Verstorbene vom siebenten Jahrgang (1888) an zunächst in Gemeinschaft mit E. Rosochatius, dann vom achten Jahrgange ab (1889) alleiniger Herausgeber der „Verhandlungen der Physikalischen Gesellschaft“, welche er auch vom Jahre 1899 ab unter dem neuen Titel „Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft“ bis zu seinem Tode redigirte.

Ehre seinem Andenken!

Sitzung vom 1. November 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Der Vorsitzende teilt mit, dass am Sonnabend, den 26. October, der langjährige Herausgeber der „Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft“

Dr. Arthur König,

Professor an der Universität Berlin,

aus dem Leben geschieden ist, und gedenkt in warmen Worten der Verdienste, welche der Verstorbene sich um die physikalische Wissenschaft und um die Gesellschaft erworben hat.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.

Hr. E. **Lampe** trägt vor

weitere Bemerkungen zu der Frage nach der günstigsten Form der Geschossspitzen gemäss der NEWTON'schen Theorie.

Hr. E. **Aschkinass** berichtet

über den Einfluss der Becquerelstrahlen auf organisirte Substanzen

(nach gemeinsam mit Hrn. **W. Caspari** angestellten Versuchen).

Als Mitglied wird in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Oberlehrer Dr. HUPE, Charlottenburg, Leonhardtstrasse 19.

Weitere Bemerkungen zu der Frage nach der günstigsten Form der Geschossspitzen gemäss der Newton'schen Theorie[1]; *von E. Lampe.*

(Vorgelegt in der Sitzung vom 1. November 1901.)

(Vgl. oben S. 150.)

Am Schlusse des diesjährigen Cursus in der Königlichen Kriegsakademie hatte ich die Aufgabe gestellt, gemäss den NEWTON'schen theoretischen Annahmen den Luftwiderstand auf Geschossspitzen in Gestalt von Rotationsflächen verschiedener Art zu berechnen und zahlenmässig untereinander zu vergleichen, wenn die Länge der Spitze a) $^2/_3$ Caliber, b) 1 Caliber, c) $^4/_3$ Caliber beträgt. Die Rotationsaxe des Geschosskörpers war als mit der Tangente der Flugbahn seines Schwerpunktes zusammenfallend vorausgesetzt. Von einem sehr talentvollen Zuhörer wurden unter anderem Widerstände von Rotationsflächen zweiter Ordnung in der Richtung der Rotationsaxe berechnet, und die Zahlenergebnisse schienen mir interessant genug, um den Widerstand an diesen Flächen etwas genauer zu prüfen. Hierbei haben sich in der That beachtenswerte Ergebnisse herausgestellt.

Der Luftwiderstand bei constanter Geschwindigkeit senkrecht gegen eine Ebene betrage für die Quadrateinheit W_0. Fällt nun die Bewegungsrichtung in die Richtung der negativen x-Axe, die zugleich die Rotationsaxe des Geschosses sein möge, so wird der Widerstand W der Rotationsfläche zwischen den Ordinaten y_1 und y_2 durch die Formel

$$W = 2\pi W_0 \int_{y_1}^{y_2} \frac{y\,dy}{1+q^2}$$

---

1) Vgl. p. 119—124 dieses Jahrganges der Verhandlungen. — Auf p. 121 ist dreimal r durch a zu ersetzen.

gegeben, wo q für dx/dy gesetzt ist. Um die Rechnung für alle Rotationsflächen zweiter Ordnung zugleich zu erledigen, legen wir die gemeinsame Scheitelgleichung der Kegelschnitte

$$y^2 = 2px + (\varepsilon^2 - 1)x^2$$

unserer Rechnung zu Grunde, in der ε die numerische Excentricität, $2p$ den Parameter bezeichnet. Aus ihr folgt durch Differentiation $y\,dy = \{p + (\varepsilon^2 - 1)x\}\,dx$. Da nun mit Hülfe der Curvengleichung $\{p + (\varepsilon^2 - 1)x\}^2 = p^2 + (\varepsilon^2 - 1)y^2$ leicht gefunden wird, so erhält man

$$1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)^2 = 1 + \frac{y^2}{p^2 + (\varepsilon^2 - 1)y^2} = \frac{p^2 + \varepsilon^2 y^2}{p^2 + (\varepsilon^2 - 1)y^2}.$$

Folglich wird

$$W = 2\pi W_0 \int_{y_1}^{y_2} \frac{y\,dy\{p^2 + (\varepsilon^2 - 1)y^2\}}{p^2 + \varepsilon^2 y^2}$$

$$= \frac{2\pi W_0}{\varepsilon^2} \int_{y_1}^{y_2} \left\{(\varepsilon^2 - 1)y + \frac{p^2 y}{p^2 + \varepsilon^2 y^2}\right\} dy$$

$$= \frac{\pi W_0}{\varepsilon^2} \left\{(\varepsilon^2 - 1)(y_2^2 - y_1^2) + \frac{p^2}{\varepsilon^2} \ln \frac{p^2 + \varepsilon^2 y_2^2}{p^2 + \varepsilon^2 y_1^2}\right\}.$$

Der Widerstand W_1 der Stirnfläche, eines Kreises vom Radius y_1, ist $W_1 = \pi W_0 y_1^2$; derjenige der Basis, eines Kreises vom Radius y_2, würde $W_2 = \pi W_0 y_2^2$ sein. Setzt man nun das Verhältnis des gesamten Widerstandes der Spitze zu demjenigen der Basis gleich ω, oder $(W + W_1)/W_2 = \omega$, so ist hiernach

$$\omega = \frac{y_1^2}{y_2^2} + \frac{1}{\varepsilon^2}\left\{(\varepsilon^2 - 1)\frac{(y_2^2 - y_1^2)}{y_2^2} + \frac{p^2}{\varepsilon^2 y_2^2} \ln \frac{p^2 + \varepsilon^2 y_2^2}{p^2 + \varepsilon^2 y_1^2}\right\},$$

oder endlich

$$\omega = \frac{\varepsilon^2 - 1}{\varepsilon^2} + \frac{y_1^2}{\varepsilon^2 y_2^2} + \frac{p^2}{\varepsilon^4 y_2^2} \ln \frac{p^2 + \varepsilon^2 y_2^2}{p^2 + \varepsilon^2 y_1^2}. \tag{1}$$

Als gegeben wollen wir nun annehmen das Verhältnis λ der Länge $x_2 - x_1$ der Geschosspitze zum Caliber $2y_2$, also

$x_2 - x_1 = 2\lambda y_2$, und ausserdem das Verhältnis δ des Durchmessers $2y_1$ der Stirnfläche zum Durchmesser $2y_2$ der Basisfläche, also $y_1/y_2 = \delta$. Zur Bestimmung der vier Unbekannten x_1, y_1, x_2, y_2 hat man dann die Gleichungen $x_2 - x_1 = 2\lambda y_2$, $y_1 = \delta y_2$; ferner wird die Gleichung des Kegelschnittes durch die beiden Wertepaare (x_1, y_1) und (x_2, y_2) befriedigt.

Für die Hyperbel folgt aus $(\varepsilon^2 - 1)x^2 + 2px = y^2$:

$$x(\varepsilon^2 - 1) = -p + \sqrt{p^2 + (\varepsilon^2 - 1)y^2}.$$

Mithin wird

$$x_2 - x_1 = \frac{1}{\varepsilon^2 - 1}\left\{\sqrt{p^2 + (\varepsilon^2 - 1)y_2^2}\right.$$
$$\left. - \sqrt{p^2 + (\varepsilon^2 - 1)\delta^2 y^2}\right\} = 2\lambda y_2.$$

Nach y_2 aufgelöst, liefert diese Gleichung:

$$y_2^2 = \frac{16 p^2 \lambda^2}{(\varepsilon^2 - 1)\{[1 + \delta^2 - 4\lambda^2(\varepsilon^2 - 1)]^2 - 4\delta^2\}}. \tag{2}$$

Setzt man in diese Formel ein: $p = b^2/a$, $\varepsilon^2 - 1 = b^2/a^2$ und bezeichnet zur Bequemlichkeit das Verhältnis a/b mit α (also $a = b\alpha$), so geht (2) über in

$$\frac{y_2^2}{b^2} = \frac{16\lambda^2}{\alpha^2\{[1 + \delta^2 - 4\lambda^2/\alpha^2]^2 - 4\delta^2\}}. \tag{2a}$$

Für die Ellipse ergiebt die analoge Rechnung

$$\frac{y_2^2}{b^2} = \frac{16\lambda^2}{\alpha^2\{[1 + \delta^2 + 4\lambda^2/\alpha^2]^2 - 4\delta^2\}}. \tag{2b}$$

Bei der Parabel hat man $2p(x_2 - x_1) = y_2^2 - y_1^2 = 4p\lambda y_2$, also sofort

$$y_2 = \frac{4\lambda p}{1 - \delta^2}. \tag{2c}$$

Damit sind die für Zahlenrechnungen erforderlichen Formeln entwickelt. Wir geben nun die Resultate gesondert für die drei Arten der Kegelschnitte.

Da die Newton'sche Meridiancurve für die Rotationsfläche kleinsten Widerstandes in der Nähe der Stirnfläche stark gekrümmt ist, in einiger Entfernung aber nur noch schwache Krümmung zeigt, so liegt es nahe, vor allem hyperboloidische Spitzen mit den Spitzen minimalen Widerstandes zu vergleichen.

I. Zahlenbeispiele für hyperboloidische Spitzen.

Setzt man in Formel (1) $\varepsilon^2 = c^2/a^2$, $p = b^2/a$, so erhält man

$$\omega = \frac{b^2}{c^2} + \frac{a^2}{c^2}\frac{y_1^2}{y_2^2} + \frac{a^2 b^4}{c^4 y_2^2} \ln \frac{b^4 + c^2 y_2^2}{b^4 + c^2 y_1^2}.$$

Nehmen wir b als Maasseinheit, oder setzen $b = 1$, so wird aus $a/b = \alpha$ erhalten $a = \alpha$, $c^2 = \alpha^2 + 1$, und die obige Formel geht über in

$$\text{(1 a)} \quad \omega = \frac{1}{\alpha^2 + 1} + \frac{\alpha^2}{\alpha^2 + 1}\delta^2 + \frac{\alpha^2}{(\alpha^2 + 1)^2 y_2^2} \ln \frac{1 + (\alpha^2 + 1) y_2^2}{1 + (\alpha^2 + 1)\delta^2 y_2^2},$$

wo y_2 durch die Gleichung gegeben ist:

$$\text{(2 a)} \quad \frac{16\lambda^2}{\alpha^2\{[1 + \delta^2 - 4\lambda^2/\alpha^2]^2 - 4\delta^2\}}.$$

Wenn die Spitze im Scheitel des Rotationshyperboloides beginnt, also keine ebene Stirnfläche besitzt, so ist $y_1 = 0$, $\delta = 0$, und die Formeln vereinfachen sich zu

$$\text{(1 a*)} \quad \omega = \frac{1}{\alpha^2 + 1} + \frac{\alpha^2}{(\alpha^2 + 1)^2 y_2^2} \ln\{1 + (\alpha_2^2 + 1) y_2^2\},$$

$$\text{(2 a*)} \quad y_2 = \frac{4\lambda\alpha}{\alpha^2 - 4\lambda^2}.$$

In diesen Formeln erscheint ω als Function der beiden Variabeln α und δ, falls λ als constant gegeben angesehen wird. Man kann sich also die Aufgabe stellen, ω bei vorgegebenem λ zu einem Minimum zu machen. Die hierbei zu lösenden transcendenten Gleichungen sind aber von recht unangenehmer Art; daher scheint es vorteilhafter, sich dem gesuchten Minimum durch ein tastendes Verfahren zu nähern. Die gegebene Grösse λ ist immer aus der von August berechneten Tafel entnommen worden, damit die von ihm berechneten Widerstandszahlen, die er für Minimalzahlen hielt, mit den von uns berechneten verglichen werden können. Wir werden im Folgenden diese August'schen Widerstandszahlen immer durch (A. Z.) bezeichnen. In der vorigen Note hatte ich p. 120 nach dem Anblick der Abhandlung von August im Journal für die reine und angewandte Mathematik aus-

gesagt, dass er die Zahlenwerte für die Widerstände von drei Spitzen berechnet habe; die von mir inzwischen verglichene Arbeit im Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere enthält jedoch eine Tabelle mit 29 Werten.

Wir nehmen zunächst die Grösse $\delta = 0$, benutzen demnach die Formeln (1a*), (2a*) und setzen überall $100\,\omega$ an, um den Widerstand gegen die Spitze in Procenten des maximalen Widerstandes der Basis des Geschosses auszudrücken.

1. $\delta = 0$, $\lambda = 0{,}66620$, (A. Z.) = 27,824.

$\alpha =$	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
$100\,\omega =$	28,996	28,986	**28,982**	28,984	28,990	28,999

2. $\delta = 0$, $\lambda = 1{,}01527$, (A. Z.) = 15,710.

$\alpha =$	2,9	3,0	3,1	3,2
$100\,\omega =$	16,009	15,984	**15,977**	15,983

3. $\delta = 0$, $\lambda = 1{,}3029$, (A. Z.) = 10,524.

$\alpha =$	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8
$100\,\omega =$	10,702	10,675	**10,664**	10,667	10,678

Man ersieht hieraus, dass für hyperboloidische Spitzen ohne ebene Stirnflächen die hier gefundenen Minima:

28,982 15,977 10,664

den von August berechneten Zahlen recht nahe kommen. Ganz überraschend gestalten sich aber die Ergebnisse, wenn man y_1 nicht gleich Null setzt, die Geschossspitze also eine Stirnfläche besitzt.

1. $\lambda = 0{,}62021$, (A. Z.) = 30,210.

a) $\delta = 0{,}25$, $\alpha = 3$, $100\,\omega = 30{,}162$.

b) $\delta = 0{,}26$.

$\alpha =$	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
$100\,\omega =$	30,161	30,141	30,122	30,104	30,089	30,078	**30,071**	30,076	30,093

c) $\delta = 0{,}27$.

$\alpha =$	2,7	2,6	2,5	2,4
$100\,\omega =$	30,084	30,070	**30,065**	30,070

d) $\delta = 0{,}28$.

$\alpha =$	2,4	2,5	2,6
$100\,\omega =$	30,079	**30,073**	30,077

2. $\lambda = 0,66620$, (A. Z.) $= 27,824$.

$\alpha = 3$	$\delta =$	0,24	0,25	0,26
	$100\,\omega =$	27,771	**27,769**	27,782

3. $\lambda = 0,71153$, (A. Z.) $= 25,693$.

$\alpha = 3$	$\delta =$	0,21	0,22	0,23	0,24
	$100\,\omega =$	25,667	**25,656**	25,657	25,672

Diese Zahlenbeispiele zeigen, dass man mit einer hyperboloidischen Spitzenform Widerstände erhält, die unterhalb der von AUGUST berechneten vermeintlichen Minimalwiderstände liegen. Mithin ist es nicht richtig, dass eine nach den Vorschriften von AUGUST durch eine NEWTON'sche Minimalfläche und eine ebene Stirnfläche begrenzte Geschossspitze den kleinsten Widerstand bietet.

Dieser Irrtum ist in der Abhandlung von ARMANINI aufgedeckt worden, die in der ersten Note p. 119 citirt ist. AUGUST setzt an die NEWTON'sche Rotationsfläche eine Stirnfläche, sodass der Winkel zwischen der Tangente der Meridiancurve an der Ansatzstelle und der Rotationsaxe 60^0 beträgt. ARMANINI dagegen zeigt, dass das Minimum erst dann eintreten kann, wenn der betreffende Winkel 45^0 ist. Mithin sind alle von AUGUST als Minimalwiderstände für eine gegebene Spitzenlänge berechneten Zahlen zu gross. In seinen Zeichnungen ist das vorderste Stück der Spitze wegzuschneiden, und zwar bis zu der Ordinate hin, die zu $q = 1$ gehört, weil dann $\tau = 45^0$ wird.

Der strenge Nachweis, dass die NEWTON'sche Minimalfläche nach der Vorschrift von ARMANINI in der That für unsere Aufgabe ein Minimum giebt, wird in einer Abhandlung des Hrn. KNESER geführt, die demnächst im Archiv der Mathematik und Physik erscheinen wird.

Zu praktischen Zwecken müsste also jetzt eine Neuberechnung der von AUGUST entworfenen Tafel stattfinden. Diese an sich nicht gerade allzu mühsame Arbeit auszuführen, liegt jedoch keine Veranlassung vor. — Schon die vorstehenden Zahlenbeispiele zeigen, dass man für praktische Zwecke die NEWTON'sche Minimalcurve wohl durch passend gewählte Hyperbeln wird ersetzen dürfen, ohne sich vom Minimalwider-

stande um Grössen zu entfernen, die in Wirklichkeit zu berücksichtigen wären. Die Formeln (1a) und (2a) können zur Lösung bezüglicher Fragen dienen. Jedenfalls ist es interessant, dass eine der einfachsten bekannten Curven sich für eine angenäherte Lösung der Aufgabe als brauchbar erweist. Das Axenverhältnis $a/b = \alpha$ derjenigen Hyperbel, die als Meridiancurve der Geschossspitze dienen kann, liegt in den berechneten Fällen in der Nähe von 3; der halbe Asymptotenwinkel also in der Nähe von $18^1/_2{}^0$.

Um aber zu einem sicheren Urteil über die Annäherung an die wahren Minimalzahlen zu gelangen, wollen wir nun die Formeln hersetzen, nach denen man jene Minimalzahlen zu berechnen hat. Ist $q = dx/dy$ ein variabler Parameter, so werden die Coordinaten der NEWTON'schen Meridiancurve ausgedrückt durch

$$\frac{x}{c} = \tfrac{3}{4} q^4 + q^2 - \ln q + C, \quad \frac{y}{c} = \frac{(1+q^2)^2}{q}.$$

Dem Werte 45° von τ entspricht $q = 1$, nennen wir x_0 den zugehörigen Wert von x, so wird

$$\frac{x - x_0}{c} = \tfrac{3}{4} q^4 + q^2 - \ln q - 1{,}75,$$

und da $x - x_0 = 2\lambda y$, wenn y die Ordinate der Basisfläche der Spitze ist, so hat man:

$$\frac{x - x_0}{2y} = \frac{\tfrac{3}{4} q^4 + q^2 - \ln q - 1{,}75}{2(1+q^2)^2/q} = \lambda. \tag{3}$$

Ist λ gegeben, so hat man aus der vorstehenden transcendenten Gleichung für q diese Grösse zu berechnen. Wir haben auf solche Weise für drei Zahlenwerte von λ, die AUGUST benutzt hat, gefunden:

λ =	0,66620	1,01527	1,3029
q =	2,25267	3,02374	3,71659

Der Widerstand der Rotationsfläche der Meridiancurve ist

$$W = 2\pi W_0 \int \frac{y\,dy}{1+q^2};$$

nach Einsetzung von y und dy ergiebt dies

$$W = W_0 \pi c^2 \left\{ \tfrac{3}{2} q^4 + 5 q^2 + \frac{1}{q^2} + 2 \ln q + C' \right\}.$$

wo C' die Integrationsconstante ist. Da für $q = 1$ die Fläche beginnen, W also Null werden soll, so ergiebt sich $C' = -7{,}5$. Die Ordinate y_1 der Stirnfläche ist $y_1 = 4\,c$; der Widerstand W_1 der Stirnfläche ist daher $W_1 = \pi\, W_0\, c^2 \,.\, 16$, derjenige der Basisfläche $W_2 = \pi\, W_0\, y^2$. Setzt man alle diese Werte in $\omega = (W + W_1)/W_2$ ein und bezeichnet den zu y gehörigen Wert von q einfach mit q ohne Index, so erhält man

$$\omega = \frac{8{,}5 + \frac{3}{2}\, q^4 + 5\, q^2 + 1/q^2 + 2 \ln q}{[(1 + q^2)^2/q]^2} \tag{4}$$

als den kleinsten Widerstand einer Spitze von der Länge λ, wenn man für q den aus (3) folgenden Wert nimmt. Hiernach sind die in der ersten Columne der folgenden Tabelle stehenden Zahlen für $100\,\omega$ berechnet worden.

	100 ω nach Formel (4)	100 ω nach August	100 ω einer hyperboloidischen Spitze
λ = 0,66620	27,698	27,824	27,769
λ = 1,01527	15,679	15,710	15,720
λ = 1,3029	10,270	10,524	10,586

Diese Zahlen[1]) veranschaulichen die grosse Annäherung, welche durch hyperboloidische Spitzen an den minimalen Widerstand erreicht wird, zeigen aber auch, dass die von August berechneten Zahlen, obwohl alle zu gross, den Zahlen des kleinsten Widerstandes recht nahe stehen. Wenn August für die Spitzenlängen $\lambda = \frac{2}{3}$, $\lambda = 1$, $\lambda = \frac{4}{3}$ den minimalen Widerstand nicht berechnet hat, wahrscheinlich um die transcen-

1) Bei der Abfassung der früheren Note p. 119ff. der Verhandlungen hatte ich die wirklichen Minimalzahlen noch nicht berechnet, sondern benutzte zur Vergleichung die etwas zu grossen Zahlen der August'schen Tabelle. — Als eine nachträgliche Bemerkung zu p. 121 füge ich jetzt hinzu, dass sich für den abgestumpften Kegel kleinsten Widerstandes die betreffende Formel so schreiben lässt:

$$\omega = 1 + 2\,\lambda^2 - 2\,\lambda \sqrt{1 + \lambda^2},$$

wo $\lambda = h/2\,a$ ist. Das Verhältnis $\delta = x/a$ ergiebt aber genau denselben Wert; für diesen Fall ist also immer $\delta = \omega$, wie die l. c. mitgeteilten Zahlenwerte zeigen.

dente Gleichung, welche in seiner Annahme der obigen Gleichung (3) entspricht, nicht lösen zu müssen, so setzen wir die betreffenden Zahlen her, indem wir noch $\lambda = \frac{1}{2}$ zufügen:

$\lambda = \frac{2}{3}$	1	$\frac{4}{3}$	$\frac{1}{2}$
$q =$ 2,25364	2,99182	3,79127	1,9168
$100\,\omega =$ 27,6766	16,042	10,1126	37,482

In anderen Beispielen als den oben mitgeteilten ist es mir zwar gelungen, bei hyperboloidischen Spitzen den AUGUST'schen Zahlen ungemein nahe zu kommen, nicht aber unter sie hinabzugehen.

4. $\lambda = 1{,}01527$, (A. Z.) = 15,710.

a) $\alpha = 3$.

$\delta =$	0,09	0,10	0,11	0,12
$100\,\omega =$	15,75	15,742	15,730	15,729

b) $\alpha = 3{,}1$.

$\delta =$	0,1	0,11	0,12	0,13
$100\,\omega =$	15,737	15,724	15,720	15,732

c) $\alpha = 3{,}2$.

$\delta =$	0,12	0,13
$100\,\omega =$	15,727	15,732

5. $\lambda = 1{,}3029$, (A. Z.) = 10,524.

$\alpha = 3{,}6$.

$\delta =$	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
$100\,\omega =$	10,692	10,644	10,612	10,593	10,587	10,586

Da es immerhin eine etwas mühselige Arbeit ist, die Combination von δ und α zu bestimmen, durch welche ω für ein vorgegebenes λ gemäss der Gleichung (2a) ein Minimum wird, so kann aus diesen letzten Beispielen noch nicht geschlossen werden, dass die hyperboloidischen Spitzen bei diesen gegebenen Längen λ sich den Minimalwerten des Widerstandes weniger gut annähern als die von AUGUST construirten.

II. Zahlenbeispiele für ellipsoidische Spitzen.

Den Formeln für das Hyperboloid entsprechend, hat man hier die Gleichungen:

$$\omega = -\frac{b^2}{c^2} + \frac{a^2}{c^2} \cdot \frac{y_1^2}{y_2^2} + \frac{a^2 b^4}{c^4 y_2^2} \ln \frac{b^4 + c^2 y_2^2}{b^4 + c^2 y_1^2},$$

oder für $b = 1$, $a/b = \alpha$, $c^2 = \alpha^2 - 1$, $y_1 = y_2 \delta$:

$$\text{(1b)} \qquad \omega = -\frac{1}{\alpha^2 - 1} + \frac{\alpha^2 \delta^2}{\alpha^2 - 1} + \frac{\alpha^2}{(\alpha^2 - 1)^2 y_2^2} \ln \frac{1 + (\alpha^2 - 1) y_2^2}{1 + (\alpha^2 - 1) \delta^2 y_1^2},$$

$$\text{(2b)} \qquad y_2^2 = \frac{16 \lambda^2}{\alpha^2 \{[1 + \delta^2 + 4 \lambda^2/\alpha^2]^2 - 4 \delta^2\}}.$$

Für $y_1 = 0$, $\delta = 0$ ist also:

$$\text{(1b*)} \qquad \omega = -\frac{1}{\alpha^2 - 1} + \frac{\alpha^2}{(\alpha^2 - 1)^2 y_2^2} \ln \{1 + (\alpha^2 - 1) y_2^2\},$$

$$\text{(2b*)} \qquad y_2 = \frac{4 \lambda \alpha}{\alpha^2 + 4 \lambda^2}.$$

1. $\lambda = 0{,}66620$, $\mu = 0$.

$\alpha = 3$	4	5	6	7	8
$100\,\omega = 30{,}60$	30,03	29,797	29,685	29,622	29,582

$\alpha = 9$	.....	∞
$100\,\omega = 29{,}556$	.....	29,46

2. $\alpha = 3$, $\delta = \frac{1}{4}$, $100\,\omega = 29{,}346$.
3. $\alpha = 3$, $\delta = \frac{1}{3}$, $100\,\omega = 29{,}906$.
4. $\alpha = 3{,}1$, $\delta = \frac{1}{4}$, $100\,\omega = 29{,}247$.

III. Zahlenbeispiele für paraboloidische Spitzen.

Durch Einsetzung von y_2 aus (2c) in (1), wo ausserdem $\varepsilon = 1$ zu setzen ist, folgt:

$$\text{(1c)} \qquad \omega = \delta^2 + \frac{(1 - \delta^2)^2}{16 \lambda^2} \ln \frac{16 \lambda^2 + (1 - \delta^2)^2}{16 \lambda^2 \delta^2 + (1 - \delta^2)^2}.$$

1. $\lambda = 0{,}6662$.

$\delta = 0$	0,1	0,2	0,24	0,25	0,3
$100\,\omega = 29{,}46$	29,152	28,597	28,496	28,495	28,675

Für $\delta = 0$ erhält man hier denselben Zahlenwert wie unter II. für $\alpha = \infty$; bei näherem Zusehen erkennt man diese Ueber-

einstimmung als notwendig, weil dann die Ellipse in eine Parabel übergeht.

2. $\lambda = 1{,}01527$.

$\delta = 0$	0,09	0,1	0,11	0,2
$100\,\omega = 17{,}852$	17,214	17,195	17,180	17,406

Nachtrag. In der am Eingange erwähnten Arbeit meines Zuhörers war auch der Rotationskörper der Kettenlinie mit einem Zahlwerte vertreten. Da die Rechnung ein hübsches Beispiel für den Gebrauch der Hyperbelfunctionen abgiebt, so setze ich die Entwickelung her.

Die Gleichung der Kettenlinie lautet in Bezug auf das von uns festgesetzte Coordinatensystem:

$$x = \frac{m}{2}\left(e^{\frac{y}{m}} + e^{-\frac{y}{m}}\right) = m \cosh \frac{y}{m}.$$

Folglich ist

$$\frac{dx}{dy} = \sinh \frac{y}{m},$$

$$1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)^2 = 1 + \sinh^2 \frac{y}{m} = \cosh^2 \frac{y}{m}.$$

$$\int \frac{y\,dy}{1+q^2} = \int \frac{y\,dy}{\cosh^2 \frac{y}{m}}.$$

Durch partielle Integration erhält man

$$m y \operatorname{tgh} \frac{y}{m} - m \int dy \operatorname{tgh} \frac{y}{m} = m y \operatorname{tgh} \frac{y}{m} - m^2 \ln \cosh \frac{y}{m}.$$

Mithin wird

$$W = 2\pi W_0 m \left\{ y \operatorname{tgh} \frac{y}{m} - m \ln \cosh \frac{y}{m} \right\}_{y_1}^{y_2},$$

$$W_1 = \pi W_0 y_1^2, \quad W_2 = \pi W_0 y_2^2,$$

$$\frac{W + W_1}{W_2} = \frac{y_1^2}{y_2^2} = \frac{2m}{y_2^2}\left\{ y_2 \operatorname{tgh} \frac{y_2}{m} - y_1 \operatorname{tgh} \frac{y_1}{m} - m \ln \frac{\cosh (y_2/m)}{\cosh (y_1/m)} \right\}.$$

Für $y_1 = 0$, $y_2/m = z$ wird also

$$\omega = \frac{2}{z}\left\{ \operatorname{tgh} z - \frac{1}{z} \ln \cosh z \right\}, \tag{3}$$

oder wenn man die Exponentialfunctionen einsetzt

$$\omega = \frac{2}{z}\left\{ \frac{e^z - e^{-z}}{e^z + e^{-z}} - \frac{1}{z} \ln \frac{e^z + e^{-z}}{2} \right\}.$$

Nur dieser Fall $\delta \doteq 0$, $y_1 = 0$ werde durch Zahlenbeispiele erläutert. Offenbar ist $(x_2 - m)/2\,y_2 = \lambda$, also

$$\frac{m}{2}\left(e^{\frac{y_2}{m}} + e^{-\frac{y_2}{m}}\right) - m = 2\,y_2\,\lambda,$$

$$\tfrac{1}{2}(e^{z} + e^{-z}) - 1 = 2\,z\,\lambda.$$

Ist λ gegeben, so muss aus dieser transcendenten Gleichung z berechnet, dann in (3) eingesetzt werden. Für die drei wiederholt benutzten Werte von λ erhält man folgende Zahlen:

$\lambda = 0{,}66620$	$z = 1{,}9728$	$100\,\omega = 30{,}785$
$\lambda = 1{,}01527$	$z = 2{,}4859$	$100\,\omega = 21{,}088$
$\lambda = 1{,}3029$	$z = 2{,}8077$	$100\,\omega = 16{,}978$

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. Nr. 13.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 15. November 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Der Vorsitzende gedenkt des Verlustes, den die Gesellschaft durch den Tod ihres Mitgliedes

Prof. Dr. Max Eschenhagen,

Abteilungsvorsteher am Kgl. Meteorologischen Institut zu Potsdam,

erlitten hat.

Die Anwesenden erheben sich zu ehrendem Gedächtnis des Verstorbenen.

Der Vorsitzende teilt ferner mit, dass die Eintragung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ins Vereinsregister nunmehr unter Nr. 203 am 8. November 1901 erfolgt ist.

Die Uebersiedelung der Herren du Bois nach Holland und Behn nach Frankfurt a. M. macht die Ergänzungswahl des Schriftführers und eines stellvertretenden Schriftführers für den Vorstand der Gesellschaft bis zu den Neuwahlen im

Mai n. J. notwendig. In den durch Acclamation erfolgten Wahlen werden der bisherige stellvertretende Schriftführer

Hr. F. Kurlbaum zum Schriftführer, sowie

Hr. H. Starke und
Hr. F. Martens } zu stellvertretenden Schriftführern

gewählt. Da Hr. Starke bisher das Amt des Bibliothekars bekleidete, so werden ferner

Hr. R. Defregger zum Bibliothekar und

Hr. H. Kreusler zum stellvertretenden Bibliothekar

gewählt.

Die Redaction der „Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft“ übernimmt an Stelle des verstorbenen Hrn. A. König mit Zustimmung der Versammlung zunächst gleichfalls bis zu den Wahlen im Mai n. J. Hr. K. Scheel.

Hr. **H. Rubens** spricht sodann über

das Reflexionsvermögen von Metallen für ultraviolette Strahlen

(nach gemeinsam mit Hrn. **E. Hagen** angestellten Versuchen).

Hr. **M. Thiesen** spricht ferner

über den Reibungswiderstand des Lichtäthers.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. G. Leithäuser, Berlin W., Nollendorfstrasse 17,

Hr. E. Meyer, Berlin NW., Karlstrasse 25,

Hr. Dr. H. Kreusler, Berlin NW., Reichstagsufer 8.

Das Reflexionsvermögen von Metallen für ultraviolette Strahlen; von E. Hagen und H. Rubens.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

(Vorgetragen in der Sitzung vom 15. November 1901.)

(Vgl. oben S. 164.)

In einer früheren Mitteilung[1]) haben wir eine Methode beschrieben, mit Hülfe deren man das Reflexionsvermögen eines beliebigen Körpers für nahezu senkrechte Incidenz auf optischem Wege mit grosser Genauigkeit ermitteln kann. Das Verfahren beruhte auf der photometrischen Vergleichung eines leuchtenden Gegenstandes (glühenden Platinstreifens) und dessen gleichgrossen reellen Bildes, welches durch einen Hohlspiegel aus der zu untersuchenden Substanz entworfen wurde.

Wir hegten schon damals die Absicht, die Messungen mit Hülfe eines fluorescirenden Oculars über das sichtbare Gebiet hinaus in das ultraviolette Spectrum auszudehnen[2]), und hatten

---

1) E. Hagen u. H. Rubens, Verhandl. d. Physik. Gesellsch. zu Berlin 17. p. 143. 1898.

2) Soweit uns bekannt ist, liegen ausser einer Bestimmung Langley's (Phil. Mag. 27. p. 10. 1899), der das Reflexionsvermögen eines Silberspiegels bei 400 $\mu\mu$ gleich 80 Proc. und bei 350 $\mu\mu$ gleich 61 Proc. fand, quantitative Angaben über das Reflexionsvermögen der Metalle und Spiegelmetalle für ultraviolette Strahlen von anderer Seite nicht vor. Die auf photographischem Wege erhaltenen Versuchsergebnisse des Hrn. Schumann (Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien (IIa) 108. Febr. 1899), sowie des Hrn. Glatzel (Physik. Zeitschr. 2. p. 176—178. 1900), sind rein qualitativer Natur, und die wenigen von Letzterem aus seinen Versuchen abgeleiteten Zahlenangaben sind zum Teil nicht einmal der Grössenordnung nach richtig.

Während der Drucklegung unserer Arbeit erhalten wir Kenntnis von der soeben im Octoberheft der Physical Review 13. p. 193. 1901 erschienenen Abhandlung des Hrn. P. G. Nutting. Auch die von ihm benutzte photographische Methode scheint wenig geeignet, quantitative Resultate zu liefern. Die für Silber angegebenen Werte stimmen zwar mit den unserigen angenähert überein, aber bei den übrigen Metallen,

aus diesem Grunde sämtliche Glasteile im Apparat vermieden. Zur Dispersion der Strahlen diente ein Quarzprisma, die Spectrometerobjective und die Projectionslinse waren durch Quarz-Flusspatachromate ersetzt. Es zeigte sich jedoch bald, dass die Methode in ihrer ursprünglich angewandten Form für Messungen im Ultraviolett nicht geeignet war. Sie bedurfte hierzu einer wesentlichen Abänderung, da sich die Strahlungsintensität unseres elektrisch geglühten Platinstreifens in diesem Spectralgebiet als unzureichend erwies, und die Genauigkeit photometrischer Vergleichung in dem Gebiet kleiner Wellenlängen durch diffuse Strahlen erheblich beeinträchtigt wird. Wir entschlossen uns deshalb, die photometrische Methode durch eine andere zu ersetzen, welche es gestattet, die Intensität der auffallenden und reflectirten Strahlen nacheinander zu messen, wodurch die Anwendung einer anderen intensiveren Lichtquelle ermöglicht wird. Zur Messung der Strahlungsintensität benutzen wir eine lineare Thermosäule[1]) in Verbindung mit einem sehr empfindlichen, gegen magnetische Störungen völlig geschützten Panzergalvanometer.[2]) Als Lichtquelle dient eine ausserordentlich constant brennende SCHUCKERT'sche Bogenlampe. Durch besondere Vorversuche hatten wir uns davon überzeugt, dass das Spectrum einer kräftigen Bogenlampe auch in seinem ultravioletten Teil noch genügend intensiv ist, um genaue Messungen mit Hülfe der Thermosäule zu gestatten. Zwar ist die Emission des positiven Kraters bereits bei $\lambda = 300\ \mu\mu$ eine äusserst geringe, doch zeigt der Bogen selbst eine Reihe von ultravioletten Emissionsbanden, von denen zwei (bei $\lambda = 385$ und $\lambda = 357\ \mu\mu$) bereits durch die Arbeiten von KAYSER und RUNGE[3]) und B. W. SNOW[4]) bekannt sind. Letzterem gelang es mit Hülfe des Bolometers zu zeigen, dass die Banden bei $\lambda = 385\ \mu\mu$ eine äusserst kräftige, die bei $\lambda = 357\ \mu\mu$ eine durchaus merkliche

---

für welche Hr. NUTTING übrigens nur Curven mitteilt, ist dies so wenig der Fall, dass die letzteren den Charakter der Erscheinung nach unseren Erfahrungen qualitativ unrichtig wiedergeben.

1) H. RUBENS, Zeitschr. f. Instrumentenk. 18. p. 65. 1898.

2) H. DU BOIS u. H. RUBENS, Zeitschr. f. Instrumentenk. 20. p. 65. 1900.

3) H. KAYSER u. C. RUNGE, Wied. Ann. 38. p. 90. 1889.

4) B. W. SNOW, Wied. Ann. 47. p. 227. 1892.

Wärmewirkung hervorbringen. Dass Hr. SNOW das Vorhandensein noch weiter im Ultraviolett gelegener Banden mit seiner Versuchsanordnung nicht nachweisen konnte, ist in erster Linie dem Umstand zuzuschreiben, dass Linsen und Prisma seines Spectrometers aus Glas bestanden. Mit Hülfe unserer Instrumente gelang es uns ohne Schwierigkeit, drei weitere Banden im Ultraviolett aufzufinden, deren Intensitätsmaxima bei den Wellenlängen 305, 288 und 251 $\mu\mu$ liegen.[1]) Untersucht man die von dem Krater der positiven Kohle ausgesandte Strahlung, so findet man, dass die soeben genannten Emissionsbanden des Kohlenbogens über das continuirliche Spectrum der heissen Kohle hinübergelagert und nahezu ebenso kräftig sind, wie wenn man den Bogen allein strahlen lässt. Wir haben es deshalb vorgezogen, nicht mit dem Spectrum des Bogens allein, sondern mit demjenigen des positiven Kraters zu arbeiten.

Die Versuchsanordnung ist aus der Fig. 1 ersichtlich. In derselben bedeutet F ein kleines, total reflectirendes Quarzprisma, welches so geschliffen ist, dass seine Kanten parallel der Krystallaxe liegen, und welches auf einem drehbaren Tischchen derart befestigt ist, dass die Umdrehungsaxe des letzteren mit der Kante eines der beiden 45^0-Winkel des Reflexprismas entweder ganz oder nahezu zusammenfällt. Das Tischchen selbst ist zwischen festklemmbaren Anschlägen um einen bestimmten Winkel drehbar und erlaubt, das Reflexprisma aus der in der Figur punktirt gezeichneten Stellung (Lage 1) in die durch ausgezogene Linien gekennzeichnete (Lage 2) überzuführen und umgekehrt.

In der Fig. 1 bedeutet weiter C ein Diaphragma von 3×3 mm Grösse, B eine Doppellinse aus Quarz, welche die von dem Krater der Bogenlampe A ausgehenden Strahlen auf C concentrirt. Dieselben passiren einen mit Wasser gefüllten Trog D, dessen Wände aus dünnen, planparallelen Quarzplatten bestehen, und fallen auf das achromatische System E auf, dessen Stellung so gewählt ist, dass es die von dem Diaphragma C ausgehenden Strahlen zu einem Bilde a auf der einen Kathetenfläche des zunächst in der Lage 1 zu denkenden Reflexprismas vereinigt.

---

1) Welchem Element diese Banden angehören, bleibt dahingestellt.

Die von *a* aus weitergehenden Strahlen werden hierauf an der Hypotenuse des Reflexprismas reflectirt und vermittelst der achromatischen Projectionslinse *H* zu einem scharfen Bilde auf dem bilateralen Spalt *J* des Spectralapparates vereinigt. Nimmt hingegen das Reflexprisma *F* die Lage 2 ein, so werden die Strahlen nach dem Eintritt in das Prisma zunächst an der Hypotenusenfläche reflectirt und ein Bild bei *b* nahe der jetzt die Austrittsfläche bildenden Kathetenseite des Prismas liefern. Die von diesem Bilde aus weitergehenden Strahlen

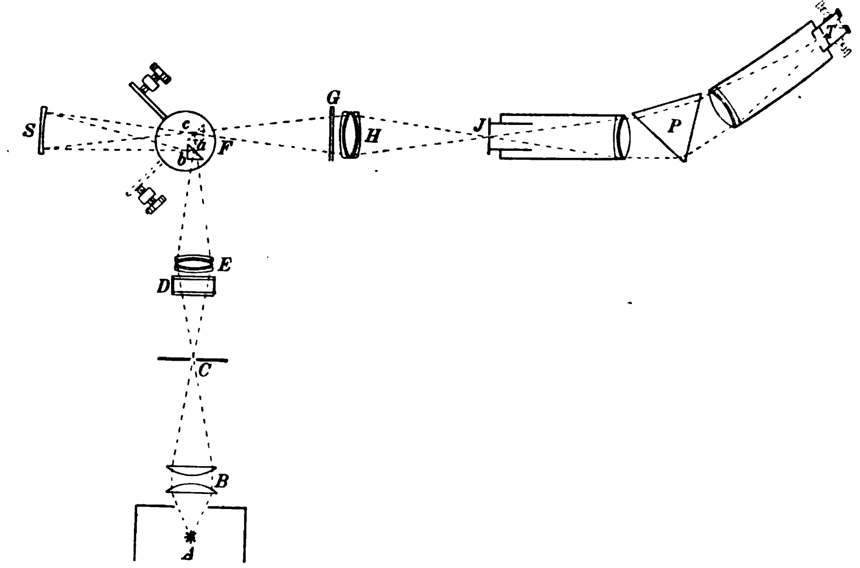


Fig. 1.

fallen sodann mit einer Incidenz von etwa 1° auf den zu untersuchenden Hohlspiegel *S* auf, dessen Aufstellung so gewählt wird, dass die von ihm reflectirten, ursprünglich von dem Diaphragma *C* ausgegangenen Strahlen sich in *c* wiederum zu einem reellen Bilde vereinigen.

Um bei unseren Versuchen die richtige Stellung des Hohlspiegels *S* zu finden, hat man die Neigung seiner Symmetrieaxe so lange zu verändern und ihn mikrometrisch vor- oder zurückzuschieben, bis bei ungeänderter Stellung der übrigen Teile sowohl für die Lage 1 wie 2 des Reflexprismas ein vollkommen scharfes Bild des Diaphragmas *C* auf dem Spalt des Spectrometers ent-

steht. Das letztere ist mit einer automatischen Minimumstellung versehen und enthält in der Brennebene seines Beobachtungsrohres eine lineare, aus dünnen Constantan-Eisenelementen zusammengesetzte Thermosäule *T*. Unmittelbar vor den temperaturempfindlichen Lötstellen derselben befand sich eine geschwärzte Metallblende mit schlitzförmiger Oeffnung von 1 mm Weite. Zwischen dem Reflexprisma *F* und dem Projectionssystem *H* ist ein vertical verschiebbarer Schirm *G* eingeschaltet, der drei übereinander liegende Fenster besitzt, deren oberstes durch eine rote, das zweite durch eine farblose Glasplatte und das unterste durch eine planparallele Quarzplatte geschlossen ist. Der Zweck dieser Vorrichtung ergiebt sich aus der nachstehenden Betrachtung.

Die grösste Schwierigkeit, welcher man bei Energiemessungen im ultravioletten Spectralgebiet begegnet, ist die unvermeidliche Verunreinigung des Spectrums durch diffuse Strahlung von grösserer Wellenlänge. Die in den Spalt des Spectrometers eintretende Gesamtenergie ist im Verhältnis zu der Intensität der ultravioletten Strahlen, welche man untersuchen will, so ausserordentlich gross, dass selbst ein relativ sehr geringer Teil der Gesamtstrahlung, welcher über das ganze Spectrum diffus ausgebreitet ist, eine procentisch sehr erhebliche Verunreinigung des ultravioletten Spectrums hervorrufen kann. Es ist jedoch möglich, sich durch Einschalten einer einige Centimeter dicken Wasserschicht in den Strahlengang, sowie durch Anwendung des erwähnten, verschiebbaren Schirmes von dem Einfluss der diffusen Strahlung vollständig frei zu machen. Die eingeschaltete Wasserschicht (*D* der Figur) bewirkt, dass fast sämtliche ultrarote Strahlen absorbirt und nur die sichtbaren und ultravioletten hindurchgelassen werden, falls die Wände des Wassergefässes wie in unserer Versuchsanordnung aus planparallelen Quarzplatten bestehen. Von den sichtbaren Strahlen aber sind es hauptsächlich die roten, welche eine erhebliche Wärmewirkung ausüben. Bei Beobachtungen im sichtbaren und ultravioletten Gebiet unterhalb der Wellenlänge $\lambda = 600\ \mu\mu$, wird man daher am besten ein rotgefärbtes Glas als Schirm wählen, da ein solches die Eigenschaft besitzt, die zu untersuchende Strahlung ebenso vollständig zu absorbiren wie ein Metallschirm, dagegen die roten und ultra-

roten Strahlen, welche die Wasserschicht passirt haben, bis auf einen sehr kleinen von der Reflexion an den Glasoberflächen herrührenden Teil hindurch zu lassen. Diese Strahlen, welche das ultraviolette Spectrum hauptsächlich verunreinigen, gelangen also bis auf diesen geringen Bruchteil stets auf die Thermosäule, gleichgültig ob der mit einer roten Glasplatte versehene Schirm eingeschaltet oder aufgezogen ist. Sie können also bei dem Aufziehen des Schirmes keinen Ausschlag veranlassen. — Eine weitere Verbesserung dieser als Strahlenfilter dienenden Vorrichtung besteht nun darin, dass man die rote Glasplatte nicht einfach aus dem Strahlengang entfernt, sondern dieselbe beim Aufziehen des Schirmes durch die darunter angebrachte, im vorigen Absatz erwähnte Quarzplatte ersetzt. Hierdurch wird noch die oben genannte, von der Reflexion an den Glasoberflächen herrührende geringe Aenderung in der Intensität der diffusen Strahlen bei dem Aufziehen des Schirmes beseitigt, da Glas und Quarz nahezu den gleichen Brechungsexponenten haben. Im äussersten Ultraviolett ($\lambda < 326\,\mu\mu$) haben wir mit Vorteil die rote Glasplatte in unserem verschiebbaren Schirm durch eine farblose von gleicher Dicke ersetzt, denn in diesem Spectralgebiet ist das farblose Glas ein ebenso vollkommener Absorbent wie das rot gefärbte. Das erstere hat aber vor dem letzteren für die hier in Frage kommenden Wellenlängen den grossen Vorzug, dass es nicht nur die ultraroten und roten Strahlen gut durchlässt, sondern auch sämtliche übrigen des sichtbaren und ultravioletten Spectrums bis etwa $\lambda = 375\,\mu\mu$. Der bei der Vertauschung des roten bez. farblosen Glasschirmes gegen die genannte planparallele Quarzplatte im Galvanometer beobachtete Ausschlag rührte bei unseren Versuchen also lediglich von der Energie von Strahlen derjenigen Wellenlänge her, auf welche der Spectralapparat eingestellt ist.

In der That zeigten unsere Beobachtungen, dass eine 0,01 mm dicke Glimmerplatte die Strahlen von der Wellenlänge 250 $\mu\mu$ vollständig absorbirt, ein Zeichen dafür, dass der Einfluss der diffusen Strahlung beseitigt ist.

Unsere Versuchsreihen waren stets in der folgenden Weise angeordnet. Nachdem der Spiegel polirt, im Spiegelhalter befestigt und in der richtigen Stellung justirt war, sodass

beim Umlegen des Prismentischchens F die Bilder in tadelloser Schärfe und gleicher Lage auf dem Spectrometerspalt erschienen, wurde der Spectralapparat auf die Wellenlänge $\lambda = 500\ \mu\mu$ eingestellt, und das Reflexionsvermögen an dieser Stelle durch eine Reihe von neun Wechselbeobachtungen in den Lagen 1 und 2 des Reflexprismas ermittelt. Dasselbe geschah dann successive bei den Wellenlängen 450, 420, 385, 357, 326, 305, 288 und 251.[1]) Am Schluss und in einigen Fällen auch während der Versuchsreihe wurden die Beobachtungen für $\lambda = 500\ \mu\mu$ wiederholt. Der Quotient der für die Lagen 1 und 2 beobachteten Ausschlags-Mittel darf freilich noch nicht ohne weiteres als das Reflexionsvermögen des untersuchten Materiales für die betreffende Wellenlänge gelten. Dieses wäre nur dann der Fall, wenn die auf dem Spectrometerspalt bei beiden Prismenstellungen erzeugten Bilder des Diaphragmas C vollkommen gleiche Grösse hätten, eine Bedingung, die im allgemeinen nicht erfüllt sein wird. Da es indes der Hinzunahme complicirter Hülfseinrichtungen bedurft hätte, um die vollkommen gleiche Grösse der beiden Bilder herzustellen und zu erkennen, haben wir es vorgezogen, mit Hülfe der vorstehend beschriebenen Methode zunächst nur relative Werte des Reflexionsvermögens zu ermitteln. Dieselben lassen sich unter Zuhülfenahme der Versuchsergebnisse unserer früher angestellten optischen Messungen ohne weiteres in absolute Werte verwandeln, indem man sie mit einem constanten Reductionsfactor von solcher Grösse multiplicirt, dass das Reflexionsvermögen an der Stelle des Spectrums, welche den Ausgangspunkt unserer jetzigen Versuchsreihen bildet ($\lambda = 500\ \mu\mu$) den früher erhaltenen Wert annimmt.

Um uns davon zu überzeugen, dass die im Vorstehenden beschriebene Methode zu richtigen Resultaten führt, haben wir zunächst im sichtbaren Gebiet die relativen Werte des Reflexionsvermögens für zwei Metalle, nämlich Silber und Gold ermittelt, die so erhaltenen Zahlen mit dem erforderlichen Reductionsfactor multiplicirt und mit den Ergebnissen unserer optischen Untersuchung für die genannten Metalle verglichen. Es zeigte sich durchweg eine sehr gute Uebereinstimmung

1) In einigen Fällen wurde auch bei $\lambda = 388$ und $316\ \mu\mu$ beobachtet.

zwischen den nach den beiden so sehr verschiedenen Methoden erhaltenen Werten.[1]) Es ist dies besonders wichtig bei den Versuchen mit dem Goldspiegel, da hier die Grösse des Reflexionsvermögens vom Blau bis zum Rot nahezu im Verhältnis 1 : 3 variirt. Eine die Grenzen der Beobachtungsfehler überschreitende Abweichung findet sich nur bei der Wellenlänge 450 $\mu\mu$. Der Grund hierfür liegt hauptsächlich in der grossen Unsicherheit, welche der Photometrie im violetten Teil des Spectrums anhaftet. Wir haben daher stets die nach der neuen Methode im Violett ($\lambda = 450$) erhaltenen Werte als die besseren angesehen. In der nachstehenden Tabelle, welche sowohl unsere optischen Messungen, als auch die nach der neuen Methode erhaltenen Resultate enthält, sind für $\lambda = 450$ beide Werte des Reflexionsvermögens verzeichnet, jedoch ist der auf optischem Weg erhaltene als der ungenauere eingeklammert. In die Figg. 2, 3 u. 4, welche den Inhalt der Tabelle in graphischer Form wiedergeben, ist für $\lambda = 450$ $\mu\mu$ stets der neu erhaltene Wert des Reflexionsvermögens eingetragen.

Die in diesen drei Figuren enthaltenen Curven zeigen, dass das Reflexionsvermögen des Silbers unterhalb der Wellenlänge 450 $\mu\mu$ schnell abfällt und nahe bei 300 $\mu\mu$ ein Minimum von etwa 4 Proc. erreicht, dessen Lage übrigens schon von Hrn. Schumann und von Hrn. Glatzel[2]) bei ihren photographischen Versuchen richtig erkannt war. Während Silber für sichtbare Strahlen unter den Metallen die bei weitem am besten reflectirende Substanz ist, zeigt es für ultraviolette Strahlen von 250—350 $\mu\mu$ von allen untersuchten Metallen das geringste Reflexionsvermögen.

Die in der Fig. 2 durch eine ausgezogene Linie für Silber angegebene Curve giebt das Reflexionsvermögen eines frisch hergestellten Silberspiegels an, während die punktirte Curve sich auf einen frisch polirten, aber etwa drei Jahre alten Silberspiegel bezieht. Aeusserlich unterscheiden sich beide Spiegel nicht voneinander.

---

1) Vgl. die in der Tabelle bei Silber und Gold für $\lambda = 500$ bis 700 $\mu\mu$ angegebenen je zwei Zahlenreihen.

2) Vgl. p. 165, Anm. 2.

Reflexionsvermögen in Procenten der auffallenden Strahlung

für λ =	251	288	305	316	326	338	357	385	420	450[1]	500	550	600	650	700 μμ
Silber I (frisch)	34,1	21,2	9,1	4,2	14,6	55,5	74,5	81,4	86,6	(90,6) 90,4	91,8 90,8	92,5 92,8	93,0 92,2	93,6 93,4	94,6 94,6
Silber II (alt)	19,2	15,9	12,8	5,6	8,8	45,0	61,0	71,0	79,9	88,7	—	—	—	—	—
Platin	33,8	38,8	39,8	—	41,4	—	43,4	45,4	51,8	(55,8) 54,2	58,4	61,1	64,2	66,8	70,1
Nickel	37,8	42,7	44,2	—	45,2	46,5	48,8	49,6	56,6	(58,5) 59,8	60,8	62,6	64,9	65,9	69,8
Stahl (ungehärtet)	32,1	37,1	41,1	—	41,1	41,9	43,1	44,0	51,0	(56,3) 52,5	55,2	55,1	56,0	56,9	59,8
Gold	38,8	34,0	31,8	—	28,6	—	27,9	27,1	29,3	(36,8) 31,3	47,3 46,8	74,7 78,2	85,6 83,3	88,2 89,5	92,3 92,3
Kupfer	31,5	29,7	30,9	—	30,4	—	33,3	34,9	39,9	(48,8) 45,2	53,3	59,5	83,5	89,0	90,7
Rosse'sche Legirung 68,2 % Cu + 31,8 Sn (identisch mit Brashear)	29,9	37,7	41,7	—	—	—	51,0	53,1	56,4	(62,9) 58,5	63,2	64,0	64,3	65,6	67,3
Schröder'sche Legirung Nr. I 66 % Cu + 22 Sn + 12 Zn	40,1	48,4	49,8	—	54,3	—	56,6	60,0	62,2	(62,4) 62,7	62,5	63,4	64,2	65,1	68,0
Schröder'sche Legirung Nr. VI 60 % Cu + 30 Sn + 10 Ag	39,2	42,7	44,7	—	50,1	—	53,0	55,8	59,6	(61,5) 60,4	62,5	63,6	65,2	66,6	68,6
Mach'sches Magnalium 69 % Al + 31 Mg	67,0	70,6	72,2	—	75,5	—	81,2	83,9	83,3	(83,4) 83,4	83,3	82,7	83,0	82,1	83,3
Brandes-Schünemann'sche Legirung 41 % Cu + 26 Ni + 24 Sn + 8 Fe + 1 Sb	35,8	37,1	37,2	—	39,3	—	43,8	44,3	47,2	(49,1) 49,2	49,3	48,3	47,5	49,7	54,9

1) Die in dieser Spalte stehenden, eingeklammerten Zahlen bedeuten die auf *optischem* Wege für 450 μμ ermittelten Reflexionsvermögen, die unteren die neu bestimmten.

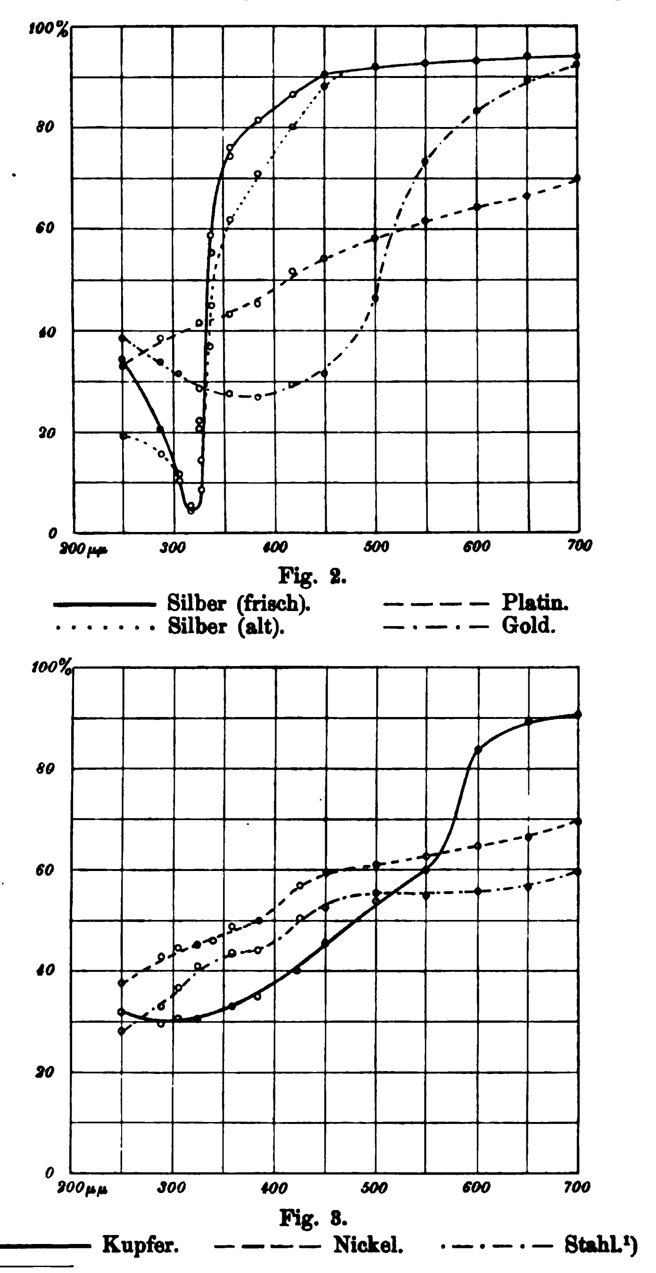


Fig. 2.

Fig. 3.

1) Der Anfang der Curve für Stahl ist zwischen 250 und 326 μμ infolge versehentlicher Eintragung der noch nicht reducirten Werte unrichtig gezeichnet (vgl. die Tabelle p. 173).

Im Gegensatz zum Verhalten des Silbers zeigt das Reflexionsvermögen des Goldes, ebenso wie das des Kupfers, im sichtbaren Spectralgebiet erheblich stärkere Aenderungen als im Ultraviolett. Bei beiden Metallen tritt im Ultraviolett ebenso wie beim Silber ein Minimum des Reflexionsvermögens hervor, doch ist dasselbe weit weniger stark ausgeprägt. Platin, Eisen und Nickel zeigen für alle untersuchten Strahlen angenähert den gleichen Verlauf. Interessant ist hierbei der

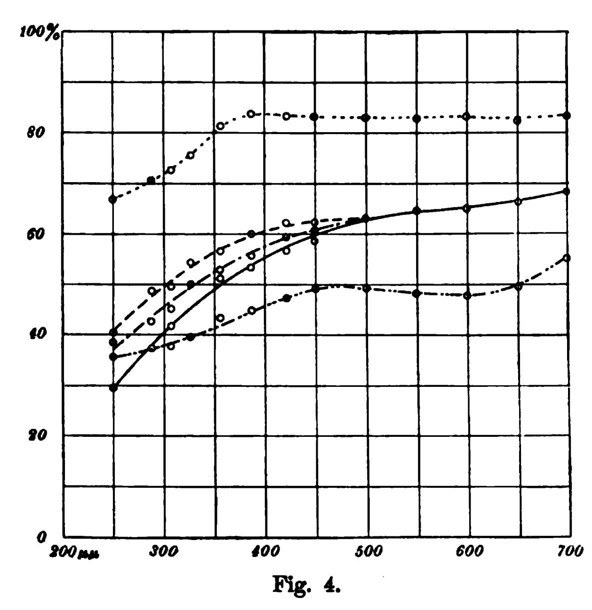


Fig. 4.

...... Magnalium. ——— Schröder Nr. 1. —·—·— Schröder Nr. 6.
———— Rosse (Brashear). —··—··— Brandes u. Schönemann.

deutlich erkennbare Parallelismus der Eisen- und Nickelcurve, welcher bekanntlich auch im ultraroten Spectralgebiet beobachtet worden ist.[1])

Bezüglich des Reflexionsvermögens der Spiegelmetalle Fig. 4) war bereits in unserer früheren Arbeit darauf hingewiesen, dass das Rosse'sche bez. Brashear'sche Spiegelmetall und die Schröder'schen Legirungen nahezu ein gleiches und dem des reinen Nickels ausserordentlich ähnliches Verhalten zeigen,

1) H. Rubens, Wied. Ann. 37. p. 265. 1889.

sodass die entsprechenden Curven für den sichtbaren Teil des Spectrums fast genau übereinanderfallen. Im ultravioletten Spectralgebiet sind die Unterschiede grösser und zwar erweist sich die 12 Proc. Zink enthaltende SCHRÖDER'sche Legirung Nr. 1 den beiden anderen genannten Spiegelmetallen überlegen. Die Curve der 10 Proc. Silber enthaltenden SCHRÖDER'schen Legirung Nr. 6 liegt an allen Stellen zwischen den beiden anderen. Die in die Fig. 4 eingezeichneten Punkte, welche die beobachteten Werte für die SCHRÖDER'sche Legirung Nr. 6 darstellen, zeigen bis etwa 325 $\mu\mu$ ein rascheres Abfallen des Reflexionsvermögens, welches seinen Grund in dem Silbergehalte der Legirung haben dürfte.

Ein tolal abweichendes Verhalten zeigt einerseits das BRANDES und SCHÖNEMANN'sche Spiegelmetall und andererseits das MACH'sche Magnalium.

Ersteres besitzt ein verhältnismässig niedriges Reflexionsvermögen. Indes hat sich die von uns schon früher hervorgehobene, vortreffliche Haltbarkeit dieser Legirung auch weiterhin bestätigt. Ein seit dem Januar 1899 in freier Luft aufgehängter derartiger Spiegel, welcher seit dieser Zeit sämtlichen atmosphärischen Einflüssen (Schnee, Regen, Staub) ausgesetzt war, hat sich bezüglich seiner Oberflächenbeschaffenheit kaum geändert.

Wie aus der Fig. 4 weiter ersichtlich ist, zeichnet sich das Magnalium durch ein ausnehmend hohes Reflexionsvermögen aus, welches für das Spectralbereich zwischen $\lambda = 700$ und $\lambda = 385$ $\mu\mu$ nahezu constant ist. Unterhalb 385 $\mu\mu$ fällt die Curve langsam ab, aber selbst für $\lambda = 251$ $\mu\mu$ beträgt das Reflexionsvermögen immer noch 67 Proc.

Ueber den Reibungswiderstand des Lichtäthers;
von M. Thiesen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 15. November 1901.)

(Vgl. oben S. 164.)

Nach MAXWELL[1]) übt jede Strahlung in der Richtung ihrer Fortpflanzung einen Druck aus, welcher gleich der Dichte ihrer gesamten Energie ist. Man hat diesen Druck neuerdings direct beobachtet[2]); noch zwingender ist aber jedenfalls der indirecte Beweis des MAXWELL'schen Satzes durch die Strahlungsgesetze, die sich aus ihm ableiten lassen und die der Erfahrung vollkommen entsprechen.

In einem Raume, der von Strahlungen ohne bevorzugte Richtung erfüllt ist, würde ein Körper nach dem MAXWELL'schen Satze einen allseitig gleichen Druck erfahren. Es ist nun von vornherein nicht unwahrscheinlich, dass der Satz für bewegte Körper modificirt werden muss, da jedenfalls auf deren Vorderseite unter sonst gleichen Verhältnissen eine grössere Energiemenge auffällt als auf die Rückseite. Ich will hier diese Modification ableiten, aber nicht direct aus einer elektromagnetischen Theorie für eine beliebig gerichtete, sondern indirect aus den Strahlungsgesetzen für eine von allen Seiten ohne bevorzugte Richtung kommende Strahlung.

Dabei kann man genau in derselben Weise verfahren wie bei der Herleitung des sogenannten WIEN'schen Verschiebungsgesetzes[3]), indem man die mittlere Aenderung der Wellenlänge durch eine bewegte Platte berechnet; nur sind jetzt auch die höheren Potenzen der Plattengeschwindigkeit zu berücksichtigen. Dies unterliegt keinem Bedenken, da das DOPPLER'sche Princip, auf welchem die Herleitung beruht, sich durch rein geometrische

---

1) J. C. MAXWELL, Electricity and Magnetism 2. p. 401. 1881.

2) P. LEBEDEFF, Rapports présentés au Congrès international de Physique Paris 1900. 2. p. 133; Ann. d. Phys. 6. p. 433. 1901.

3) M. THIESEN, Verhandl. der Deutschen Physikal. Gesellsch. 2. p. 65. 1900.

Betrachtungen ableiten lässt, also in richtiger Fassung als streng gültig anzusehen ist.

Nach diesem Princip ändert sich die Wellenlänge λ eines Wellenzuges, der unter einem Einfallswinkel, dessen Cosinus c ist, auf die bewegte Platte fällt, um

$$\frac{2\beta\lambda c}{1-\beta c},$$

falls β die Plattengeschwindigkeit gemessen durch die Lichtgeschwindigkeit bezeichnet. Multiplicirt man diese Aenderung mit der im Zeitelement dt auf die Platte f fallenden Energie der betreffenden Wellenlänge, summirt für alle Richtungen und dividirt das Resultat durch die gesamte im Raume v vorhandene Energie der betreffenden Wellenlänge, so erhält man, falls v die Lichtgeschwindigkeit bezeichnet, als mittlere Aenderung

$$\begin{aligned}\delta\lambda &= \lambda\frac{f\beta v\,dt}{v}\int\limits_{\beta}^{\pm 1}\frac{c(c-\beta)}{1-\beta c}\,dc \\ &= \lambda\frac{f v\,dt}{v}\cdot\frac{1-\beta^2}{\beta^2}\{\log[1\mp\beta]\pm\beta+\tfrac{1}{2}\beta^2\},\end{aligned}$$

oder, wenn man nur die niedrigsten Potenzen von β beibehält,

$$\delta\lambda = \lambda\frac{f v\,dt}{v}\{\mp\tfrac{1}{3}\beta-\tfrac{1}{4}\beta^2\}.$$

Dabei gilt das obere Zeichen für die Vorderseite, das untere für die Rückseite der Platte.

Der MAXWELL'sche Satz giebt nun für sehr kleine β die gleichzeitige Aenderung der Dichte der Gesamtstrahlung S für den Fall, dass die Platte den Raum abschliesst, also nur mit einer ihrer Seiten zur Geltung kommt. Vergleicht man diese Aenderung mit dem ersten Term von $\delta\lambda$, so erhält man das WIEN'sche Verschiebungsgesetz in seiner reinen Form (ohne Vermischung mit dem BOLTZMANN'schen Satze)

$$4\frac{\delta\lambda}{\lambda}+\frac{\delta S}{\delta S}=0.$$

Bewegt sich die Platte frei im Raume, so kommen ihre beiden Seiten zur Geltung und man erhält eine Aenderung der Wellenlänge

$$\delta\lambda = -\lambda\frac{f v\,dt}{2v}\beta^2$$

und demnach vermöge des Verschiebungsgesetzes einen Zuwachs der Energie des Raumes

$$v\,\delta S = 2\,S\,\beta^2 f\,v\,dt$$

oder, falls man die Plattengeschwindigkeit

$$y' = \beta\,v$$

einführt,

$$v\,\delta S = 2\,f\,S\,\frac{y'}{v}\,y'\,dt.$$

Diese Energie kann nur von der bewegten Platte stammen; diese erleidet daher einen Widerstand, welchem ein auf die Flächeneinheit ausgeübter Druck

$$p = 2\,\frac{y'}{v}\,S$$

entspricht. Dies ist die gesuchte Grösse, der Widerstand, den ein bewegter Körper erfährt, der sich im Strahlungsgleichgewicht mit seiner Umgebung befindet. Wir können sie insofern als Reibungswiderstand bezeichnen, als sie mit der ersten Potenz der Körpergeschwindigkeit proportional ist.

Ist die Strahlung eine schwarze, so ist

$$S = \sigma\,T^4$$

zu setzen, wo T die absolute Temperatur, σ eine Naturconstante bezeichnet.

Der gefundene Widerstand ist sehr klein. Auf die ganze Erdoberfläche kommt er bei den höchsten zulässigen Werten für die Temperatur des Weltraumes in der Erdnähe nur dem Gewichte von etwa 1000 kg gleich, sein Einfluss auf die Jahreslänge ist vollkommen zu vernachlässigen, da deren Abnahme in einem Jahre nur

$$4{,}3 \,.\, 10^{-22} \,.\, T^4 \text{ Sec.}$$

betragen würde, wenn T in Centesimalgraden ausgedrückt ist.[1]) Dagegen würden sich für den Widerstand, den die Molecüle eines Gases erfahren, nach den üblichen Annahmen über deren Grösse und Querschnitt bei höheren Temperaturen Werte von

1) Ich möchte hier sehr verspätet auf einen Rechenfehler in meiner Schrift: Ueber die Verbreitung der Atmosphäre p. 22, Berlin 1878 hinweisen. Die Aenderung der Jahresdauer durch die Reibung des den Weltraum erfüllenden Gases würde bei den dort angenommenen Daten 0,00000025 Sec. im Jahre betragen.

der Ordnung der Schwere ergeben und das MAXWELL-BOLTZMANN'sche Gesetz über die Geschwindigkeitsverteilung der Molecüle würde eine Modification erleiden müssen, wenn man den abgeleiteten Widerstand auch noch für das Molecül als gültig ansehen wollte.

Jedenfalls, und darin liegt wohl die Hauptbedeutung meiner Ableitung, wird man bei theoretischen Betrachtungen sich hüten müssen, ohne weiteres die Möglichkeit ungehemmter Bewegungen zuzulassen.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. Nr. 14.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 29. November 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Hr. **E. Goldstein** spricht

über umkehrbare Lichtwirkungen

sowie

über das Phänomen der „Fliegenden Schatten“.

Hr. F. F. Martens legt dann eine Arbeit von Hrn. **J. Micheli**

über den Einfluss der Temperatur auf die Dispersion ultravioletter Strahlen in Steinsalz, Flussspat, Quarz und Kalkspat

vor.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:
Hr. Dr. Christian von Hofe, Charlottenburg, Leibnizstr. 20.
Hr. Dr. Joh. Ehlers, Berlin NW., Lübeckerstr. 27.

Den Austritt aus der Gesellschaft hat erklärt:
Hr. Frhr. v. Beaulieu in Charlottenburg.

Ueber umkehrbare Lichtwirkungen;
von E. Goldstein.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 29. November 1901.)

(Vgl. oben S. 181.)

Die zuerst mittels der Kathodenstrahlen hergestellten Nachfarben von Alkalisalzen lassen sich auch durch ultraviolettes Licht erzeugen.[1]) Durch Tageslicht werden die Färbungen wieder beseitigt. Die durch das ultraviolette Licht bez. die Kathodenstrahlen (deren Einwirkung man ebenfalls auf ultraviolettes Licht zurückführen kann)[2]) erzeugte Veränderung ist also durch Licht grösserer Wellenlänge umkehrbar. Auch durch Erhitzung werden die Nachfarben aufgehoben. Die Färbungen, welche die Silbersalze im Licht und in den Kathodenstrahlen erleiden, erinnern an die Nachfarben der Alkalisalze, und legen die Frage nahe, ob auch diese Veränderungen durch Licht oder andere physikalische Agentien aufgehoben werden können.[3]) Eine Aufhebung durch Lichteinwirkung ist allerdings höchstens bei solchen Silbersalzen zu erwarten, welche die Bedingung erfüllen, dass sie im natürlichen Zustande durch Tageslicht nicht afficirt werden, dagegen durch ultraviolettes Licht bez. Kathodenstrahlen sich schwärzen. Der Einfachheit halber sei es gestattet mit „Schwärzung" alle dunkeln Färbungen, welche die bestrahlten Silbersalze annehmen, zu bezeichnen, ohne die specielle Farbennüance (schwärzlich Violett, Dunkelgrüngrau etc.) jedesmal genau zu charakterisiren. Ferner sei unter „Regenerirung" die Wiederherstellung der dem unbelichteten Salze eigenen Farbe verstanden.

Zunächst sei eine Form der Regenerirung durch Tageslicht beschrieben, welche der vorher aufgestellten Bedingung der Unveränderlichkeit im Tageslicht s c h e i n b a r widerspricht,

1) E. Goldstein, Thätigkeitsbericht der Physik.-Techn. Reichanstalt für 1895; Zeitschr. f. Instrumentenk. **16.** p. 211. 1896.

2) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1901. p. 227.

3) Nach Abegg (Wied. Ann. **62.** p. 433. 1897) kann Bromsilber, das durch Bestrahlung grau geworden, durch blosse Erwärmung wieder in gelbes Salz verwandelt werden.

insofern es sich dabei um Bromsilber und Chlorsilber handelt, die sich unter gewöhnlichen Umständen im Tageslicht ja schwärzen.

Bekanntlich wird Chlorsilber, das in einer verschlossenen Glasröhre unter dem Einfluss des Sonnenlichtes geschwärzt worden, im Finstern nach einiger Zeit durch Wiederaufnahme des entbundenen Chlors von neuem weiss. Bei dauernder Belichtung im geschlossenen Behälter stellt sich nach den bisherigen Beobachtungen ein Gleichgewichtszustand her, über den hinaus die Schwärzung nicht mehr fortschreitet. Der Gleichgewichtszustand tritt ein, wenn das entbundene Chlor den der angewandten Lichtintensität entsprechenden Dissociationsdruck erreicht hat.

Dass unter den gedachten Umständen aber auch ein Rückgang der Schwärzung bis zur völligen Regenerirung eintreten kann, scheint noch nicht beobachtet zu sein. Die betreffende Wirkung ist besonders leicht bei Bromsilber zu erzielen. Schwärzt man gekörntes oder gepulvertes Bromsilber, indem man es zu wiederholten Malen durch ein Bündel kräftiger, bei sehr geringer Gasdichte entwickelter Kathodenstrahlen gleiten lässt, und setzt das geschwärzte Salz z. B. in einer 16—18 mm weiten, aufrechten, halbgefüllten zugeschmolzenen Glasröhre dem directen Sonnenlicht aus, so ist nach ca. $^3/_4$ Stunden eine Schwärzung nur noch an der freien Oberfläche und an der besonnten („vorderen") Mantelhälfte der cylindrischen Salzsäule vorhanden. Die Rückseite und namentlich das ganze Innere der Masse ist vollständig regenerirt und von frisch dargestelltem Salz im Aussehen nicht zu unterscheiden. Stellt man die Röhre statt in directes Sonnenlicht in diffuses Licht an ein helles Fenster, so sind zur Regenerirung des Bromsilbers etwa zwei Sommertage, bei Chlorsilber aber einige Monate erforderlich. — Die Versuche gelingen auch mit Bromsilber- oder Chlorsilberpräparaten, die nicht durch Kathodenstrahlen, sondern durch Tageslicht an freier Luft geschwärzt worden waren.

Die Regenerirung im geschlossenen Raum erklärt sich dadurch, dass an der direct besonnten Seite das Sonnenlicht, allmählich tiefer eindringend, fortfährt, freies Brom zu entbinden, wobei es den der herrschenden Lichtintensität entsprechenden Dissociationsdruck herzustellen strebt. An den schwächer beleuchteten Teilen, an der Rückseite und im Innern,

ist der Dissociationsdruck, bei dem chemisches Gleichgewicht besteht, ein geringerer. Daher geht von der Vorderseite Brom so lange zu den schwächer beleuchteten geschwärzten Teilen und verbindet sich mit ihnen zu regenerirtem Salz, als der mittlere Druck des Broms in dem Rohr den Dissociationsdruck an den schwächst beleuchteten Teilen übertrifft. Ganz identisch ist die Erklärung für die Regenerirung des in den Kathodenstrahlen geschwärzten Salzes. Ein specieller Fall der geschilderten Wirkung ist, dass es in einem abgeschlossenen, von oben besonnten Rohr nicht gelingt, bei dauernder Belichtung Ober- und Unterseite eines Ballens Bromsilber gleichzeitig geschwärzt zu erhalten. Stets nimmt nur die jeweilige Oberseite Schwärzung an, während die Unterseite sie wieder verliert.

Bei dauernder Belichtung an freier Luft verhindern Diffusion und Luftströmungen die Aufspeicherung des freien Broms; es erfolgt daher fortschreitende Schwärzung und Zersetzung ohne Regenerirung.

Der dargelegten Auffassung entsprechen die Erfahrungen, dass geschwärztes Bromsilber durch absichtlich zugeführtes freies Brom wieder gelb, und frisches gelbes Salz bei Anwesenheit einer genügenden Menge freien Broms auch im directen Sonnenlicht überhaupt nicht geschwärzt wird.

Bei einer zweiten Form der Regenerirung von geschwärztem Bromsilber scheinen die Verhältnisse nicht ganz so einfach zu liegen. Sie dürfte durch den Umstand interessant sein, dass das meist so stabile geschwärzte Bromsilber dabei schon in wenigen Secunden wieder in gelbes Salz übergeführt werden kann. Zweckmässig wendet man dabei Bromsilber an, das im allgemeinen nach dem von Abegg[1]) beschriebenen Verfahren dargestellt ist. Man fällt dabei aus Silbernitratlösung durch Salzsäure erst Chlorsilber, löst dieses in Ammoniak und fällt dann erst mit Bromkalium und Salpetersäure Bromsilber aus. Der von Abegg beabsichtigte Erfolg des Verfahrens ist die Gewinnung eines leicht zu pulvernden, nicht zusammenbackenden Salzes. Für den hier interessirenden Effect ist das Salz dann am geeignetsten, wenn es nicht völlig rein ausgewaschen ist, sondern wenn ihm noch eine Spur einer bestimmten Ver-

1) R. Abegg, Wied. Ann. 62. p. 425. 1897.

unreinigung anhaftet, die wahrscheinlich Ammoniumnitrat ist. Das Salz ist dann ausserordentlich viel weniger empfindlich gegen Tageslicht, als die gewöhnlichen Bromsilbermodificationen; es nimmt erst nach stunden- oder selbst tagelanger Belichtung soviel Färbung an, wie jene nach wenigen Secunden. In den Kathodenstrahlen aber wird es sehr rasch grünlich schwarz. Es entspricht also sehr annähernd der eingangs aufgestellten Bedingung für eine durch Licht zu bewirkende Regenerirung. Dazu kommt, dass es auch unter dem Einfluss des positiven Lichtes der Entladung durch sehr stark verdünnte Luft selbst bei längerer Bestrahlung gelb bleibt.

Vermöge der ihm anhaftenden Spur des fremden Salzes giebt es bei der Erwärmung im Vacuum ein Gas aus, dessen

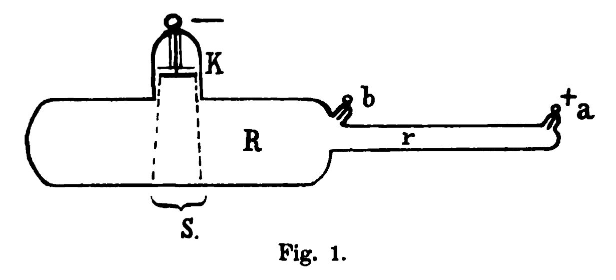


Fig. 1.

Leuchtfarbe und Spectrum dem Stickstoff eigen sind. Die erforderliche Erwärmung wird schon durch die Kathodenstrahlen erzeugt, welche das Salz zugleich schwärzen. Hat die Entladungsröhre z. B. die Form der Fig. 1, wobei die Kathodenstrahlen der Aluminiumscheibe K das Salz bei S treffen und schwärzen, und rückt man das geschwärzte Salz dann durch Neigen der Röhre in den Bezirk des geschichteten positiven Lichtes, welches der Entladung in der vergasten fremden Salzspur entspricht, so verschwindet die Schwärzung in einem kleinen Bruchteil einer Minute. Auch ohne eine Verschiebung des Salzes wird die regenerirende Wirkung des positiven Lichtes erkennbar an der asymmetrischen Verteilung der Salzfärbung, welche eintritt, wenn man das Salz entlang dem ganzen Röhrenteil R ausbreitet. Wenn man dann das Gefäss nur soweit evacuirt, dass die Kathodenstrahlen noch direct mit ihrem blauen Licht sichtbar sind, so schwärzt sich in der rein optischen Wirkung dieses Lichtes das Salz nicht

nur an der Treffstelle *S* der Kathodenstrahlen, sondern auch bis an das linke Ende der Röhre; rechts von den Kathodenstrahlen aber bleibt es gelb, weil die von dem blauen Licht ausgehende Schwärzungstendenz fortwährend durch die regenerirende Wirkung des positiven Lichtes compensirt wird. —

Man kann auch, um die Verhältnisse einfacher zu gestalten, auf die Schwärzung durch das Kathodenlicht verzichten, und Schwärzung wie Regenerirung im positiven Licht ausführen. Man bringt die zu untersuchende Salzportion dann in den Bezirk des positiven Lichtes, und lässt im Kathodenlicht nur eine kleine Menge, aus der das Kathodenlicht, dann lediglich als Wärmequelle wirkend, Gas austreibt. Hat dann während des Entladungsdurchganges der Gasdruck eine gewisse, an sich immer noch sehr geringe Höhe erreicht, bei der die positive Entladung das ca. 16 mm weite Rohr *r* nicht mehr ganz vollständig in der Weite ausfüllt, und ein für das Auge matteres, aber anscheinend an ultravioletten Strahlen reicheres Licht aussendet, so erfolgt sehr schnell Schwärzung des Salzes (binnen 2 Sec.). Durch blosse Evacuation auf die frühere geringere Gasdichte, wobei das Licht wieder heller wird, erfolgt in wenigen Secunden wieder die Umwandlung in das gelbe Salz. — Hat man bei diesem Versuch zwischen Röhre und dem evacuirten Pumpenrecipienten einen Hahn eingeschaltet, so steigt, wenn der Hahn geschlossen, die Gasdichte rasch an; sie fällt wieder, wenn durch Oeffnen des Hahnes die Verbindung mit dem Recipienten hergestellt wird. So konnte einfach durch Drehen des Hahnes ohne eine andere Bethätigung das Salz in wiederholter Folge geschwärzt und wieder entfärbt werden.

Endlich kann man die Regenerirung auch bei constanter Gasdichte erzielen, indem man zunächst die Schwärzung im positiven Licht durch Druckerhöhung bei geschlossenem Hahn herbeiführt und dann die Gasdichte constant lässt. Erwärmt man alsdann das Salz von aussen (Bunsenflamme), so verschwindet die Schwärzung in wenigen Secunden, kehrt aber wieder, sobald das Salz sich abkühlt. Bedingung der Aenderungen ist immer die gleichzeitige Einwirkung des positiven Lichtes; Erwärmung oder Abkühlung ohne gleichzeitigen Stromdurchgang lässt die Färbungen ungeändert. — Bei dieser Form des Versuches kann natürlich auch die Erwärmung durch die Kathodenstrahlen fortfallen. —

Dass bei der Regenerirung nicht eine specifische Einwirkung der positiven Entladung, die bisher immer das Salz direct bespülte, auf das letztere stattfindet, folgt daraus, dass die Regenerirung auch eintritt, wenn das Salz zwar im positiven Licht geschwärzt wird, dann aber in einen von keiner Entladung durchflossenen Teil der Röhre gebracht wird, z. B. nach *R*, während man die Entladung zwischen *a* und *b* übergehen lässt. —

Es sei gestattet, noch einige Beobachtungen über das Verhalten von Jodsilber anzuführen.

Jodsilber, aus Silbernitrat und überschüssigem Jodkalium dargestellt, ändert seine gelbe Farbe im Tageslicht bekanntlich nur sehr wenig. Nach Stas verliert es bei dieser Aenderung kein Jod. In den Kathodenstrahlen wird es tiefschwarz und verliert dabei etwas Jod. Dies kann man dadurch zeigen, dass man einige Stückchen blanken Kupferbleches in die Nähe des bestrahlten Jodsilbers bringt. Das in den Kathodenstrahlen anfangs lichtlose Kupfer phosphorescirt dann nach kurzer Zeit intensiv feuerrot. Es hat sich mit dem aus dem Jodsilber entbundenen Jod zu Kupferjodür vereinigt, welches mit der erwähnten Farbe phosphorescirt.

Bringt man eine (kein Kupfer enthaltende) Röhre, in der man Jodsilber durch Kathodenstrahlen geschwärzt hat, abgeschlossen in das Tageslicht, so ist nach einigen Tagen das Salz auf diejenige weissgelbe Färbung abgeblasst, die das frische Jodsilber im Tageslicht annimmt. Es hat sich mit dem erst ausgetriebenen Jod unter dem Einfluss des Tageslichtes wieder verbunden.

In einigen Secunden wird die Regenerirung bewirkt, wenn man das im Kathodenlicht geschwärzte Jodsilber in den Bezirk des positiven Lichtes der Entladung bringt, die dann in jodhaltigem Gase übergeht. Das Salz muss zum Zwecke der Regenerirung gleichzeitig ein wenig erwärmt werden. —

Geht man von gelbem Jodsilber aus, das sich in der vom positiven Licht durchflossenen Strecke befindet, und lässt nach starker Evacuation gleichzeitig ein wenig Jodsilber durch die Kathodenstrahlen zersetzen, so nimmt das vom positiven Licht bespülte Jodsilber orange Färbung bis Zimmtfarbe an. Es ist dies die Färbung, die auch auftritt, wenn in irgend einem abgeschlossenen Raum Jod in der Nähe von gelbem Jodsilber verdampft wird. Die Umfärbung beruht auf blosser

physikalischer Adsorption des Jods. Dass aber bei der Erzeugung der Färbung mit Hülfe der Entladung noch ein besonderer Factor mitwirkt, erkennt man, wenn man das gelbe Jodsilber über die ganze Länge einer Röhre wie Fig. 2 verteilt, in deren Mitte die von *K* ausgehenden Kathodenstrahlen auftreffen und etwas Jod entbinden. Dann färbt sich in kurzer Zeit das auf der Strecke *KA* gelegene, vom positiven Licht bespülte Jodsilber kräftig orange, während das Salz in der linken Röhrenhälfte seine Färbung nicht ändert. Erst nach langer Dauer der Entladung zeigt sich links eine Färbung, die sehr viel schwächer ist, als in der rechten Hälfte, und die der gewöhnlichen Adsorption entspricht.

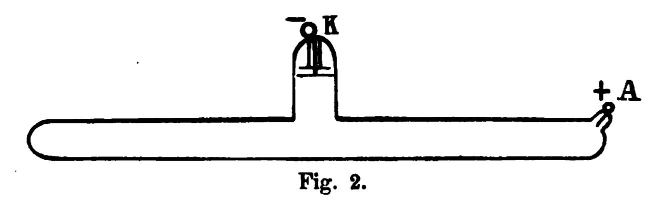


Fig. 2.

Wird nun ein Teil der stark gefärbten rechten Hälfte mit schwarzem Papier umwickelt, der andere dem Tageslicht ausgesetzt, so verschwindet an der belichteten Portion die orange Färbung in kurzer Zeit, an der beschatteten Portion bleibt sie erhalten. Die Erscheinungen sind demnach so, als wenn hochbrechbares Licht die Adsorptionsfähigkeit des Jodsilbers für Jod verstärkt, Licht von grösserer Wellenlänge sie wieder herabsetzt. Bei Versuchen, ob unter den beschriebenen Umständen beliebigen Substanzen eine starke Adsorptionsfähigkeit für Jod erteilt wird, zeigte sich, dass dies z. B. bei Baryumsulfat nicht der Fall ist. Dagegen ist amorphes Kieselsäureanhydrid (aus der KAHLBAUM'schen Fabrik) wirksam, und färbt sich schön rosa, wenn es in die Entladungsröhre gebracht wird, in der ausserdem unter der Kathode etwas Jodsilber zur Entbindung von freiem Jod sich befindet. Auch im Reagensglas mit Jod zusammengebracht nimmt Baryumsulfat keine Färbung an, Kieselsäureanhydrid wird rosa. Das Entladungslicht scheint also nur eine schon vorher bestehende adsorptive Verwandtschaft zu verstärken, die vom gewöhnlichen Licht dann wieder vermindert wird.

Ueber das Phänomen der „Fliegenden Schatten“; *von E. Goldstein.*

(Vorgetragen in der Sitzung vom 29. November 1901.)

(Vgl. oben S. 181.)

Vortragender hat die früher nur bei totalen Sonnenfinsternissen beobachteten „fliegenden Schatten“, ein System paralleler über die Landschaft hinstreichender Schattenlinien, im August d. J. unter analogen Verhältnissen wahrgenommen, wie sie Hr. Dr. Karl Kostersitz bereits im Juni in Wien beobachtet und in Nr. 3739 der „Astr. Nachrichten“ beschrieben hat. Unbeeinflusst von der erst im September erschienenen Darstellung des Hrn. Dr. Kostersitz hat Vortragender die betreffende Erscheinung ebenfalls sogleich als Analogon des Sonnenfinsternisphänomens aufgefasst. Ort der Wahrnehmung war Paneveggio (Südtirol), das an einer schrägen Bergwand in geringer Höhe über der Thalsohle des Travignolo liegt. An derselben Seite der Bergwand, aber 300 m höher als Paneveggio und in der Luftlinie einige Kilometer entfernt befindet sich ein mit einem Scheinwerfer versehenes Fort. Als am Abend (20. oder 21. August, ca. 8 $^3/_4$ Uhr) das Licht des Scheinwerfers auf die mit zermahlenem Dolomitenkalk bedeckte, daher wie ein fast weisser Auffangschirm wirkende Chaussee fiel, sah man, solange die Belichtung dauerte, über die Strasse ein System paralleler, äquidistanter fast ganz gerader, nur mit geringen Sinuositäten versehener langer dunkler Streifen hinweggleiten. Ihre Breite schien ca. 2 cm, ihr gegenseitiger Abstand etwa 20 cm zu sein; sie bewegten sich senkrecht zu ihrer Längsrichtung, die mit der Richtung der Strasse an der Beobachtungsstelle nahe zusammenfiel, mit einer Geschwindigkeit von schätzungsweise $^3/_4$ m in der Secunde von Thal zu Berg. Zwischen den sehr regelmässigen dunkeln Streifen lagen viel matter ausgeprägte knäuelförmige Schlieren und circumflexartig gebogene Streifen, die sich mit gleicher Geschwindigkeit und Richtung wie die Streifen fortbewegten. Im ganzen war so-

nach die Erscheinung noch viel regelmässiger ausgebildet und den Finsternisbeschreibungen noch entsprechender als in der KOSTERSITZ'schen Beobachtung.

Bei der grossen Regelmässigkeit der Erscheinung kann natürlich nicht angenommen werden, dass sie Strömungen oder Dichtigkeitsunterschiede auf der ganzen durchstrahlten Luftstrecke charakterisirt. Strömungen etc. in Luftschichten von einigen Kilometern Dicke werden so mannigfaltig sein, dass sie für das Bild sich völlig oder nahezu compensiren. Die relative Schärfe der beobachteten Streifen scheint vielmehr darauf zu deuten, dass es sich um eine Wirkung von Bewegungen und Dichtigkeitsunterschieden lediglich in der unmittelbar der Strasse aufliegenden Luftschicht handelt. — Versuche zur experimentellen Reproduction der Erscheinung sollen fortgesetzt werden.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 3. **Nr. 15.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 13. December 1901.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Die Sitzungstage der Gesellschaft werden für das Jahr 1902 wie folgt festgesetzt:

10. und 24. Januar,
7. und 21. Februar,
7. und 21. März,
11. und 25. April,
9. und 30. Mai,
13. und 27. Juni,
17. und 31. October,
14. und 28. November,
12. December.

Hr. **E. Goldstein** trägt vor

über sichtbare und unsichtbare Kathodenstrahlen

sowie

über Canalstrahlen.

Hr. **A. Denizot** spricht ferner

über ein Pendelproblem von Euler.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Prof. Dr. J. Traube, Berlin W., Potsdamerstrasse 50.
(Vorgeschlagen durch Hrn. Aschkinass.)

Hr. M. von Pirani, Charlottenburg, Carmerstrasse 1.
(Vorgeschlagen durch Hrn. Jklé.)

Ueber sichtbare und unsichtbare Kathodenstrahlen; von E. Goldstein.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 13. December 1901.)

(Vgl. oben S. 191.)

An einer scheibenförmigen Kathode, die in einem nur wenig weiteren Glasrohr liegt, zieht das sichtbare Kathodenlicht bei fortschreitender Gasverdünnung sich von den peripheren Teilen der Scheibe immer weiter nach der Mitte zurück.[1]) Auf diese Erscheinung sind neuerdings auch VILLARD[2]) und WEHNELT[3]) aufmerksam geworden. Beide übersahen bei ihrer Beschreibung eine interessante Erscheinung, die ich schon l. c. hervorgehoben hatte, dass nämlich, während sichtbare Kathodenstrahlen unter den gedachten Umständen schliesslich nur noch von einem ganz kleinen Teil der Kathodenfläche ausgehen, doch noch die ganze Fläche der Kathode unsichtbare Kathodenstrahlen aussendet. In einer Röhre wie Fig. 1, in der die Kathode eine Aluminiumscheibe von 15 mm ist, die $1^1/_2$ cm vom Eingang der ca. 7 cm im Durchmesser haltenden Kugel entfernt ist, ist bei geringer Gasdichte das sehr schwach divergente sichtbare Bündel Kathodenstrahlen an der Basis nur 1—2 mm, und auch am Boden der Kugel nur einige Millimeter breit; trotzdem bildet das

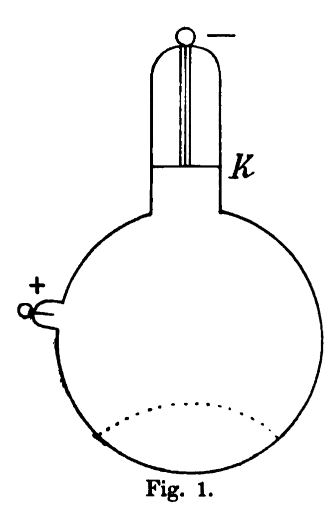


Fig. 1.

---

1) E. GOLDSTEIN, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1895. p. 1017; Wied. Ann. 60. p. 491. 1897.

2) VILLARD, Journ. de Physique 8. p. 5. 1899.

3) A. WEHNELT, Wied. Ann. 65. p. 511. 1898 und Physik. Zeitschr. 2. p. 334. 1901.

Phosphorescenzlicht am Boden der Kugel eine Fläche von mehr als 5 cm Durchmesser (zwischen Zirkelspitzen). Villard hat diese Phosphorescenz und die zugehörigen Strahlen überhaupt nicht bemerkt, vermutlich wegen unzureichender Evacuirung; Wehnelt hat wohl bemerkt, dass die Phosphorescenzfläche erheblich breiter ist als der Querschnitt der sichtbaren Kathodenstrahlen. Er behauptet aber, dass die Phosphorescenz erregenden Strahlen sämtlich von der engen Ansatzstelle des sichtbaren Bündels an der Kathode ausgehen und von dieser Stelle nach allen Seiten divergiren. Diese Annahme ist nach meinen Versuchen unzutreffend, und man kann durch einfache Anordnungen beweisen, dass die phosphorescenzerregenden Kathodenstrahlen von der ganzen Fläche der Kathode bis an ihren Rand ausgehen.

In eine Kathodenscheibe eingeritzte Striche markiren sich im Phosphorescenzlicht der Scheibe auf der Glaswand als gleichgestaltete dunkle Streifen.[1]) Sind nun in die in einem wenig weiteren Rohr gelegene Kathodenscheibe z. B. fünf Halbkreise eingravirt, deren äusserster nahe der Peripherie liegt, so zeigt das Phosphorescenzbild sämtliche fünf Gravirungen als dunkle Halbkreise, zum Beweise, dass diejenigen Elemente der Kathode, zwischen denen die Halbkreise liegen, also auch die äussersten peripheren Teile, noch Strahlen aussenden. — *Handelt* es sich nur um einen Demonstrationsversuch, so kann man (Fig. 2) die gravirte Scheibe auch durch eine Münze (Zehnpfennigstück) ersetzen. Dann sind bei geringer Gasdichte die sichtbaren Kathodenstrahlen auf ein ganz enges centrales Bündel concentrirt; gleichwohl bildet sich im Phosphorescenzlicht die ganze Prägung einschliesslich der Randschrift ab.

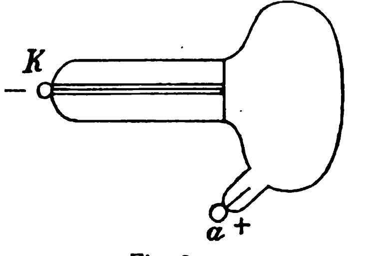


Fig. 2.

Die Ursache der Erscheinung, dass sichtbare Kathodenstrahlen schliesslich nur von einem centralen Teil der Kathodenfläche ausgehen, ist eine Abstossung der sichtbaren Entladungswurzel an der Kathode durch eine Anode. Jedoch ist bei

1) E. Goldstein, Wied. Ann. 15. p. 273. 1882.

der beschriebenen und abgebildeten Anordnung nicht diejenige Anode (a) wirksam, die entfernt von der Kathode angebracht ist, sondern eine Anode, die sich in der Röhre spontan bildet, insofern die der Kathode benachbarte Zone der Glaswand zur Anode wird. Je grösser die Verdünnung des Gases wird, desto breiter wird diese anodische Zone, von anfangs kaum messbarer Breite bis zu Erstreckungen von einigen Centimetern bei sehr geringen Gasdichten.

Schon A. Schuster[1]) hat durch Rechnung abgeleitet, dass in der Nähe der Kathode sich eine Schicht von positiven Ionen befinden muss, und E. Warburg[2]) ist auf anderem Wege zu demselben Schlusse gelangt. Doch war noch nicht abgeleitet, wo diese Ladung sich aufhält, und man neigte wohl dazu, die Ladung ausschliesslich in ionisirte Gasteilchen zu verlegen. Dass sich dort ein Teil ebenfalls befindet, ist wahrscheinlich schon nach dem von mir wiederholt betonten Princip, dass gegen Kathodenstrahlen Gasteilchen und feste Körper sich qualitativ gleich verhalten, — ein erheblicher Teil der Ladung aber liegt unter den beschriebenen Umständen sicher auf der Glaswand.

Die Auffassung, dass ein Teil der Glaswand sich wie eine Anode verhält, ist inzwischen auch von Hrn. Villard[3]) geäussert worden, der allerdings annimmt, dass unter den erwähnten Umständen nicht bloss eine bestimmte Zone, sondern die gesamte Gefässwand bis zum Ende der Röhre und zur Drahtanode positive Ladung hat und diese Ladung gegen die Kathode hin nur verstärkt. Jedoch lässt sich zeigen, dass auf eine anodisch wirkende Zone weiterhin wieder eine andere folgt, die sich wie eine schwache Kathode verhält und die selbst Kathodenstrahlen aussendet.

Zunächst lässt sich direkt beweisen, dass eine Zone der Glaswand sich wie eine Anode verhält. Bedeckt man nämlich die fragliche Zone mit einem sich ihr anschmiegenden Metallblech, so bleibt die Erscheinung die nämliche, wie bei unbedeckter Glaswand; verbindet man das Blech durch eine äussere

1) A. Schuster, Proc. Roy. Soc. 47. p. 541. 1890.
2) E. Warburg, Wied. Ann. 45. p. 1. 1892.
3) P. Villard, l. c.

Oese mit dem positiven Pol des Inductoriums, macht es also direct zur Anode, so wird die Contraction der sichtbaren Strahlen an der Kathode noch stärker; dagegen wird die Contraction beseitigt, sobald man die Blechzone auch nur schwach negativ elektrisirt. Ist der Blechgürtel aber breiter als die anodisch geladene Zone, so gehen jenseits einer neutralen Linie schwache Kathodenstrahlen von ihm aus, deren Effecte in einer anderen Mitteilung beschrieben werden sollen.

Man erhält die Contraction der sichtbaren Strahlen auch, wenn man die Kathode mit der erwähnten Blechzone in einem weiten Gefäss und weit entfernt von der Glaswand umgiebt.

Die geschilderte Wirkung der Anode muss auffällig erscheinen gegenüber der seit langem geltenden Ansicht, dass die Lage der Anode auf die Ausbreitung und das Verhalten der Kathodenstrahlen ganz ohne Einfluss sei.

Die nähere Untersuchung ergiebt, dass diese Einflusslosigkeit besteht für alle Lagen der Anode, bei denen sie ausserhalb der zweiten Schicht des Kathodenlichtes (sogen. Crookes'scher Raum) bleibt. Sobald die Anode jedoch ganz oder teilweise in die zweite Schicht hineingerückt ist, ist ihr Einfluss auf die Lichterscheinungen der Entladung enorm. Zu ihren Wirkungen gehört dann unter anderen die Abstossung der Wurzel der sichtbaren Entladung.[1])

Mit abnehmender Gasdichte erweitert sich die zweite Schicht des Kathodenlichtes bekanntlich continuirlich nach allen Seiten. Die Contraction der sichtbaren Kathodenstrahlen an den Kathoden in relativ engen Röhren erklärt sich also daraus, dass eine Zone der Wandung zur Anode wird, und dass diese Anode bei der Ausdehnung der zweiten Schicht schliesslich innerhalb der letzteren zu liegen kommt, bez. sie schneidet. —

Analog wie eine umgebende nahe Glaswand wirkt ein Glasschirm, der die Rückseite der Kathode deckt. Durch ihn kann man die Contraction der sichtbaren Entladung also auch in weiten Röhren erzielen, d. h. in Röhren, deren Durchmesser verhältnismässig gross ist gegen den Durchmesser der Kathoden-

---

1) Die sichtbare Entladung besteht aus den sichtbaren gewöhnlichen Kathodenstrahlen und aus dem Licht der ersten Schicht des Kathodenlichtes nebst Canalstrahlen.

scheibe. Die anodische contrahirende Wirkung eines Glasschirmes wird bei gegebener Dichte bis zu einer gewissen Grenze verstärkt, wenn sein Durchmesser den der Kathode übertrifft. — Es zeigen sich in den zu erzielenden Erscheinungen gewisse Unterschiede in der Wirkung des Schirmes gegenüber der umgebenden Wandung, die sich bei Kathoden mit nicht kreisförmigem Umriss geltend machen, die aber a priori ableitbar sind und darauf beruhen, dass die anodische Schicht auf dem Schirm sich parallel dem Kathodenumriss lagert, während sie auf der cylindrischen Wandung sich immer nur in Kreisform, bez. in einer cylindrischen Zone lagern kann. Unzutreffend ist also die häufig vertretene Ansicht, dass die Anbringung eines isolirenden Schirmes an einer Seite der Kathode nichts als eine Vereinfachung der Entladungsverhältnisse einführt, insofern dann nur eine Fläche strahle, diese aber, von der Intensität abgesehen, ganz in der nämlichen Weise wie bei beiderseits freier Kathode.

Es handelt sich jetzt darum, die Eigenschaften der sichtbaren und der unsichtbaren Kathodenstrahlen miteinander zu vergleichen. Das Bisherige ergiebt unmittelbar, dass die unsichtbaren Strahlen helle Phosphorescenz zu erregen vermögen; ich füge hinzu, dass sie von festen Körpern scharfe Schatten entwerfen, dass sie sich geradlinig ausbreiten, vom Magneten abgelenkt und deformirt werden, und zwar im selben Sinne, wie gewöhnliche Kathodenstrahlen, dass sie der Deflexion unterworfen sind, und endlich, dass sie an denjenigen Salzen, welche zu Nachfarben disponiren, die Nachfarben erster Klasse[1]) hervorrufen.

Durch die Gesamtheit dieser Eigenschaften wird bezeugt, dass die unsichtbaren Strahlen qualitativ übereinstimmen mit den gewöhnlichen Kathodenstrahlen.

Es fragt sich, ob sie, abgesehen von der geringeren Absorbirbarkeit, auf der ja ihre Unsichtbarkeit beruht, sich von den sichtbaren Strahlen noch in irgend welchen Beziehungen unterscheiden.

---

1) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1901. p. 222.

Zunächst ergeben die Beobachtungen unmittelbar noch den Unterschied, dass nur die sichtbaren Strahlen der anodischen Abstossung folgen, die unsichtbaren nicht in vorläufig erkennbarem Maasse. Zugleich ergiebt sich dabei ein Unterschied ihrer Ausbreitungsrichtungen. Die condensirten sichtbaren Strahlen breiten sich nur in äusserst schwach divergenten oder parallelen (wie unten gezeigt wird, eventuell sogar convergenten) Bündeln aus, während die unsichtbaren Strahlen relativ starke, mit der Verdünnung des Gases immer noch zunehmende Divergenz zeigen.

Ein Unterschied besteht ferner, den ich als Unterschied der elektromotorischen Kraft bezeichnen möchte. 1884 habe ich darauf hingewiesen, dass jeder ursprünglich neutrale feste Körper, der von Kathodenstrahlen getroffen wird, selbst zu einer schwachen Kathode wird und Kathodenstrahlen aussendet. Der betreffende Aufsatz behandelt dann speciell die Erscheinungen, die eintreten, wenn der bestrahlte Körper sich innerhalb der zweiten Schicht des Kathodenlichtes befindet.[1]) Im Jahre 1891 haben dann Wiedemann und Ebert[2]) diejenigen Erscheinungen besonders behandelt, die sich zeigen, wenn der bestrahlte Körper sich ausserhalb jenes Raumes befindet. Sie haben für diesen Fall das Gesetz aufgestellt, dass ein auf eine leitende Platte auffallendes Bündel Kathodenstrahlen ein neues Bündel hervorruft, das senkrecht auf der getroffenen Fläche steht, gleichviel welches der Einfallswinkel des erregenden Bündels ist. — Die Erscheinung ist unter den von Wiedemann und Ebert beschriebenen Versuchsbedingungen sehr schwierig wahrnehmbar. Etwas zweckmässiger ist die Anordnung von Villard[3]), der die Erscheinung für neu hält und für die erregenden Strahlen eine concave Kathode benutzt. In vorzüglicher und für ihre weitere Untersuchung sehr bequemer Weise lassen

---

1) E. Goldstein, Wien. Akad. Anzeiger 1884. p. 32. Die unbeachtet gebliebene Arbeit ist auch im Wiedemann'schen Handbuch nicht erwähnt; 1897 hat Hr. Tollenaar in seiner Amsterdamer Dissertation „Deflexie en Reflexie bij twee Kathoden“ zum Teil dieselben Erscheinungen, nur in umgekehrter Reihenfolge, nochmals beschrieben.

2) E. Wiedemann u. H. Ebert, Sitzungsber. d. phys.-med. Societät zu Erlangen vom 12. December 1891.

3) P. Villard, Compt. rend. **130.** p. 1010. 1900.

sich aber diese secundären Strahlen hervorrufen, wenn man zu ihrer Erzeugung die durch anodische Abstossung seitens der Wandung condensirten sichtbaren Kathodenstrahlen benutzt. Es empfiehlt sich dann, der Röhre in der Nähe der Kathode noch eine Einschnürung zu geben (Fig. 3); die abstossenden Teile der Glaswand sind dann der Kathode noch näher als bei cylindrischem Verlauf und condensiren die Strahlen und ihre Energie noch viel stärker. Dann geht schon bei relativ geringer Verdünnung von der Kathode ein langes, aus schmaler Wurzel entspringendes und in seinem Verlauf sich auf weniger als 1 mm verschmälerndes, sehr gut abgegrenztes sichtbares Strahlenbündel α aus, das nun an dem ursprünglich neutralen ebenen Blech B wieder ein schmales, langes, auf der Treffstelle senkrecht stehendes Bündel β hervorruft.

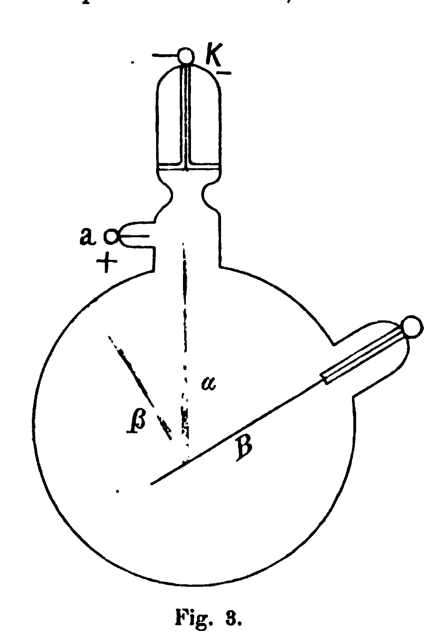


Fig. 3.

Ohne für heut auf diese secundären Strahlen näher einzugehen, bemerke ich nur, dass sie qualitativ ebenfalls mit den gewöhnlichen Kathodenstrahlen übereinstimmen; jedoch sind sie magnetisch und deflectorisch noch weniger steif, als die erregenden sichtbaren Bündel. Sie können erheblich heller sein, als die erregenden Bündel, weil sie im Gase stärker absorbirt werden als jene. An einer zugleich als Anode dienenden Platte werden sie nicht hervorgerufen; sie sind also anderer Art als die diffus reflektirten Kathodenstrahlen. Sie entsprechen einer wirklichen neuen Entladung. Sie werden verstärkt, wenn man der Platte B einen schwachen Zweigstrom von der Kathode zuführt.

Durch die unsichtbaren Strahlen werden neue Strahlen

zwar auch hervorgerufen, sie sind aber schon wegen der Divergenz der erregenden Strahlen schwächer und werden nur unter besonderen, hier nicht zu erwähnenden Umständen erkennbar.

Für die Beobachtung fernerer Unterschiede zwischen den sichtbaren und unsichtbaren Strahlen ist es zweckmässig, ihre Sonderung in etwas anderer Weise als durch die umgebende Wandung zu bewirken.

Nicht nur die Glaswand, sondern jeder der Kathode innerhalb der zweiten Schicht hinreichend genäherte ursprüngliche neutrale feste Körper (Leiter oder Isolator) verwandelt sich in eine Anode. Dies findet auch statt, wenn der genäherte

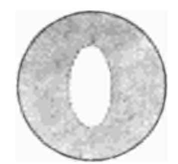


Fig. 4a.

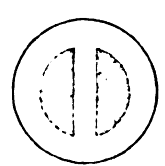


Fig. 4b.

Körper die Kathode nicht peripher umschliesst, sondern ihr gegenüber liegt, z. B. in der Form eines ihr parallelen Drahtes. Der Draht wirkt dann auf die Wurzel der sichtbaren Entladung ebenfalls abstossend und drängt sie nach beiden Seiten fort. Da der Verdrängung sich ein gewisser Widerstand entgegensetzt, so entsteht als Resultante der Wirkungen an einer Kreisscheibe in weitem Rohr eine elliptische Fläche, in der die Kathode von der sichtbaren Entladung entblösst (Fig. 4a). Bei einer Scheibe in relativ engem Rohr oder bei sehr geringer Gasdichte, wo auch die Glaswand abstossend wirkt, beschränkt die sichtbare Entladung sich auf zwei Kreisabschnitte (Fig. 4b). Nur im Centrum der Scheiben bleibt ein ganz kleiner heller Fleck.

Die lichtlosen Ellipsen etc. senden aber ebenfalls unsichtbare Kathodenstrahlen aus. Danach ist u. a. die Darstellung von Wehnelt[1]) zu berichtigen, der diese Erscheinungen in Beschreibung und Zeichnung so wiedergiebt, als wenn Ka-

1) A. Wehnelt, Wied. Ann. 67. p. 421. 1899.

thodenstrahlen nur von der sichtbaren Entladungswurzel ausgingen. Durch eine Anordnung wie Fig. 5, bei der die Kathode eine Kreisscheibe ist und der Draht d links die Wand erreicht, kann man sich leicht überzeugen, wie die Verhältnisse liegen.

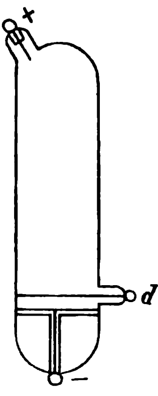


Fig. 5.

Man sieht dann bei geeigneter Gasdichte erstens die durch den Schattenraum breit auseinander gedrängten sichtbaren Strahlenbündel, ausserdem aber Phosphorescenzlicht der Glaswand, das fast unmittelbar über dem Niveau der Kathode beginnt und sie ringsum in ihrer ganzen Länge bedeckt, nur unterbrochen von einem schmalen, scharfen Schatten des Drahtes, der, unmittelbar über d beginnend, dort nur ebenso breit, wie der Draht selbst ist. Ersetzt man den Draht durch ein gleich gelagertes Glasstäbchen, so markiren sich die von der scheinbar strahlungslosen Fläche ausgehenden Strahlen auch dadurch, dass sie nicht nur die Glaswand bis zum Stäbchen, sondern auch die Unterseite des Glasstäbchens selbst zu hellem Phosphoresciren bringen. —

Besteht nun die Oberfläche der Kathode aus einem zerstiebungsfähigen Metall, so kann man mittels dieser Schattenflächen sehen, dass an der Ausgangsstelle der sichtbaren Strahlen viel stärkere Zerstiebung stattfindet, als an der Wurzel der unsichtbaren.

Man überzieht zunächst eine Aluminiumscheibe mit einer Haut aus leicht zerstiebendem Material, am besten Gold, indem man die Scheibe neutral oder als Anode in verdünntem Wasserstoff einer scheibenförmigen Goldkathode gegenüberstellt. Die hierdurch in kurzem vergoldete Aluminiumscheibe setzt man in ein anderes Rohr als Kathode ein, bringt vor ihr, wie in Fig. 5, einen Draht an und lässt bei einer Dichte, bei welcher der Draht die Schattenfläche erzeugt, die Entladung kurze Zeit durch die Röhre gehen. Dann sind alle Stellen, von denen die sichtbare Entladung ausging, durch Zerstiebung von Gold entblösst, die Schattenfläche aber, von der nur unsichtbare Strahlen ausgingen, ist noch vergoldet. Man kann also die Schattenfläche auf diese Weise fixiren. Ueberraschend ist es,

wie messerscharf der Umriss der verbleibenden Goldfläche ist; es muss also der Uebergang von sichtbaren zu unsichtbaren Strahlen ganz plötzlich stattfinden. Man erhält somit bei einem einfachen diametral gerichteten Draht an einer Scheibe in weitem Rohr eine scharf begrenzte Goldellipse, bei einem der Scheibe parallelen Drahtquadrat bleibt eine Fläche wie Fig. 6 etc.

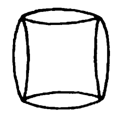


Fig. 6.

Die Zerstiebung ist im Bezirk der unsichtbaren Strahlen jedoch nicht absolut Null. Denn wenn man die Entladung sehr lange fortsetzt, verschwindet die Goldhaut allmählich auch von den beschatteten Teilen. Jedoch gehört dazu ungefähr die zweihundertfache Zeit als bei den sichtbaren Strahlen.

Die Erhitzung, welche das sichtbare Strahlenbündel erzeugt, ist viel stärker als die Wärmewirkung der unsichtbaren Strahlen.[1])

Der Einfluss einer kathodennahen Anode, welche die Wurzel der sichtbaren Entladung verdrängt, die unsichtbaren Strahlen stehen lässt, beschränkt sich nicht auf eine räumliche Zerlegung der vorhandenen Strahlungen, sondern modificirt auch die Strahlungen selbst. Schon Hittorf[2]) beobachtete, dass bei grosser Annäherung zweier drahtförmiger Elektroden der Widerstand der Röhre, gemessen durch eine äquivalente Funkenstrecke im Nebenschluss, ausserordentlich stieg, und Wehnelt[3]) fand, dass der Widerstand von da ab steigt, wo eine bewegliche Anode in die zweite Schicht eintritt. Hiermit stimmen meine eigenen Beobachtungen.

Es ist nun interessant, dass gleichzeitig mit dem Ansteigen des Widerstandes auch die Helligkeit des von den unsichtbaren Strahlen erregten Phosphorescenzlichtes zunimmt

1) Infolge dessen erzeugen sie bei den nachfarbefähigen Salzen die gewöhnlichen Nachfarben. (Nachfarben erster Klasse) nur bei ganz kurzer Bestrahlung; bei längerer Bestrahlung entstehen die einer gleichzeitigen Erhitzung entsprechenden Nachfarben zweiter Klasse. Vgl. E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1901. p. 224.

2) W. Hittorf, Pogg. Ann. **136.** p. 210. 1869.

3) A. Wehnelt, Wied. Ann. **65.** p. 525. 1898.

(ihre Absorbirbarkeit im Gase also sich vermindert), dass ferner ihre magnetische Steifigkeit wächst und ihre Divergenz zunimmt. Dieselben Aenderungen, einschliesslich der Zunahme des Widerstandes, treten aber bekanntlich auch ein, wenn man bei konstanter Entfernung der Elektroden die Gasdichte vermindert. Das Einbringen der Anode in die zweite Schicht ist also äquivalent einer Verminderung der Gasdichte. Mit dieser Beziehung hängen manche schon länger benutzte Versuchsanordnungen zusammen, die anscheinend intuitiv oder durch Probiren gefunden wurden, deren Nutzen aber jetzt deducirt werden kann. Z. B. erklärt sich der Vorteil der von LENARD zur Erzeugung seiner Strahlen benutzten Anordnung, bei der ein grosser Hohlcylinder als Anode um die kleine scheibenförmige Kathode gelegt wird. Hr. LENARD hat sich, soviel mir bekannt, über den Grund dieser Anordnung nirgends ausgesprochen. Aber es leuchtet nunmehr ein, dass sie bei relativ mässiger Verdünnung, wenn nur die zweite Schicht den Anodencylinder erreicht hat, bereits ebenso steife, wenig absorbirbare, also das „Fenster“ leicht durchdringende Strahlen liefert, wie sie sonst nur durch viel stärkere Gasverdünnung erzeugt werden könnten. Hr. WIEN[1]), der von der Ansicht ausgeht, dass der Einfluss der Anoden in geringen Dichten ganz unerheblich sei, verzichtet wegen dieser Anschauung auf die LENARD'sche Anode und findet, dass er unter Anwendung einer das Röhrenlumen nahe sperrenden Kathode auch mit einer ganz kleinen Anode ebenso gute Resultate bekommt, wie LENARD. Dies beruht, wie man sieht, darauf, dass nun die der Kathode benachbarte Zone der Glaswand die grosse cylindrische Anode bildet. — Auch einige Kunstgriffe bei der Herstellung und Benutzung von Röntgenröhren hängen mit den hier geschilderten Beziehungen zusammen. —

Einem vielleicht naheliegenden Missverständnis möchte ich noch vorbeugen:

Eine Anode beeinflusst in der beschriebenen Weise die Entladungserscheinungen, sobald sie in die zweite Schicht des Kathodenlichtes eingedrungen ist. Ganz ebenso wirkt irgend ein zunächst neutraler Leiter oder Isolator, sobald er

1) W. WIEN, Wied. Ann. 65. p. 442. 1898.

innerhalb der zweiten Schicht zur Anode geworden ist. Nur wird er nicht schon zur Anode, wenn er die Grenze der zweiten Schicht eben überschritten hat, sondern ein in die zweite Schicht einrückender, vorher neutraler Körper wird in der vordersten, d. h. von der Kathode entferntesten Zone dieser Schicht zunächst zu einer schwachen Kathode; bei weiterem Vorrücken tritt Neutralität ein und erst noch bei weiterem Vorrücken wird er zur Anode.

Ueber Canalstrahlen; von E. Goldstein.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 13. December 1901.)

(Vgl. oben S. 191.)

Nachdem die Canalstrahlen seit ihrer ersten Beschreibung lange Zeit hindurch gar keine Bearbeitung gefunden hatten, folgten neuerdings einige Arbeiten, in denen Eigenschaften und Wesen dieser Strahlen durch wenige Beobachtungen festgestellt werden sollten. Da es scheint, dass die Ergebnisse dieser Arbeiten vielfach als gesicherte Thatsachen angesehen werden, die bereits zur Begründung von Theorien geeignet sind, so erlaube ich mir, einige leicht zu constatirende Beobachtungen anzuführen, die mit einem Teil jener Ergebnisse nicht zu harmoniren scheinen, für einen anderen Teil die Beibringung stringenterer Beweise wünschenswert erscheinen lassen.

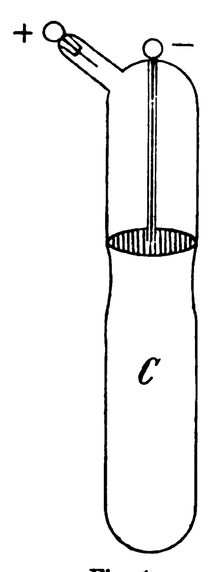


Fig. 1.

Zu leichterer Verständigung sei es gestattet, die Versuchsbedingungen nochmals anzuführen, unter denen die Canalstrahlen am besten erkennbar werden. Man benutzt als Kathode eine mit schmalen Schlitzen oder kleinen Löchern versehene Kreisscheibe, die das Lumen der Röhre (Fig. 1) sperrt und den Röhrenraum in zwei Teile teilt, deren einer die Anode enthält.[1]) An der Seite der Anode bietet die Kathode dann das gewöhnliche Entladungsbild mit (in Luft) blauen Kathoden-

---

1) Hinsichtlich dieser von mir angegebenen Anordnung vgl. die Beschreibung von P. Fuchs in Prometheus 7. p. 785. 1896.

strahlen, an der anderen Seite zeigen sich bei hinreichender Evacuation nur die (in Luft) chamoisgelben Canalstrahlen.[1])

Die neueren Bearbeiter scheinen es nun als feststehend anzusehen, dass die Canalstrahlen nicht an der Kathode entspringen und sich von ihr fort ausbreiten, sondern dass sie in grösserer Entfernung von der Kathode entspringen und sich zur Kathode hin, von der Anodenseite her, ausbreiten. Dies entspricht z. B. den Ansichten von VILLARD[2]), WEHNELT[3]) und WIEN.[4]) O. BERG[5]) nimmt sogar an, dass sie direct von der Anode ausgehen und sich geradlinig auf die Kathode zu fortpflanzen, deren etwaige Oeffnungen durchsetzen und dadurch an der Rückseite der Kathode erkennbar werden. Dieser Auffassung widerspricht die Thatsache, dass die Richtung und sonstige Beschaffenheit der Canalstrahlen ganz ungeändert bleibt, wenn man die Lage der Anode ändert und sie sogar an das Ende eines mehrfach gebogenen Rohres verlegt, sodass keine Gerade von ihr zur Kathode durch den Gasraum gezogen werden kann. Dagegen ändern die Canalstrahlen ihre Richtung im Raume in ganz derselben Weise, wie sich die Richtung der Kathode ändert, behalten also gegen die Kathode, wie fest mit ihr verbundene starre Stäbe, stets die nämliche Richtung. —

Eine Richtungsänderung der Kathode erscheint zwar, solange sie, wie in Fig. 1, das Röhrenlumen sperren soll, unmöglich. Jedoch stellt eine solche Anordnung nur die für die Wahrnehmung der Canalstrahlen bequemste Anordnung, nicht eine notwendige Bedingung für ihr Zustandekommen dar. Die Canalstrahlen treten nämlich an sich ebenso gut an einer durchbrochenen (geschlitzten oder durchlochten) Scheibe auf, wenn dieselbe, statt das Röhrenlumen zu sperren, frei im

1) Wenn Röhren wie Fig. 1 die Canalstrahlen nicht rein geben, so liegt dies bei gut sperrender Kathode meist daran, dass entweder das Blech zu dünn ist oder im Verhältnis die Schlitze zu weit sind. Bei $^3/_4$ mm Blechdicke sollten die Schlitze nicht weiter als 0,6 mm sein. Grössere Dicke gestattet grössere Schlitzweite.

2) P. VILLARD, Journ. de phys. (2) 8. p. 5 u. p. 140. 1899.

3) A. WEHNELT, Wied. Ann. 67. p. 421. 1899.

4) W. WIEN, Wied. Ann. 65. p. 440. 1898; Drud. Ann. d. Phys. 5. p. 421. 1901.

5) O. Berg, Wied. Ann. 68. p. 688. 1899.

Raume liegt; sie erscheinen dann an beiden Seiten der Kathodenscheibe, an der nach der Anode gekehrten ebenso wie an der abgewandten. Nur ist ihre Wahrnehmung dann schwieriger, weil sich z. B. bei Luft der Eindruck des von der nämlichen Fläche ausgehenden blauen Kathodenlichtes ihnen superponirt. Sperrt die Kathode das Röhrenlumen, so fällt dieses blaue Licht an derjenigen Seite, an der keine Anode liegt, fort und es bleiben die aus den Oeffnungen austretenden Canalstrahlen allein sichtbar. Der hauptsächliche Nutzen der lumensperrenden Kathode ist also die Ausschaltung des störenden gewöhnlichen Kathodenlichtes. Man kann jedoch die durch die gewöhnlichen Strahlen bedingte physiologische Störung stark herabsetzen, wenn man anstatt Luft Wasserstoff zur Füllung der Röhren benutzt.[1]) Die Helligkeit (bez. Absorption) beider Strahlengruppen ändert sich in verschiedenen Gasen nämlich nicht proportional, sondern in Wasserstoff z. B. ist bei geringer Gasdichte die Helligkeit der gewöhnlichen Kathodenstrahlen viel kleiner als in Luft, die Helligkeit der Canalstrahlen dagegen ebenso gross wie in Luft (soweit man bei verschiedenen Färbungen urteilen kann). Die Canalstrahlen sind daher bei Wasserstoff deutlich in dem übrigen Kathodenlicht zu verfolgen. Noch mehr wird ihre Wahrnehmung verbessert, wenn man ausserdem magnetisch (ein Handmagnet genügt) die gewöhnlichen Strahlen ganz zur Seite biegt, während die kräftig rosa leuchtenden Canalstrahlen zurückbleiben.

Hat man nun im freien Raum einer Kugel oder einer weiten Cylinderröhre eine geschlitzte Kathodenscheibe, deren Zuleitungsdraht an ihrem Rande befestigt in ihrer Ebene liegt, so treten an beiden Seiten der Scheibe aus den Schlitzen Bänder von Canalstrahlen aus, die sich sehr deutlich abheben, wenn man in der Richtung der Schlitze visirt und die nun, wenn man die Kathode um den Zuleitungsdraht drehbar angebracht hat, alle Drehungen der Kathode genau mitmachen.

Mit diesen Ermittelungen wäre unter bestimmten Hülfsannahmen immerhin die Annahme nicht absolut unvereinbar, dass die an jeder Seite auftretenden Schlitzbänder durch Strahlen gebildet werden, die an der entgegengesetzten Seite

1) E. Goldstein, Physik. Zeitschr. 1. p. 133. 1899.

in grösserer Entfernung von der Kathode entstehen und auf sie zugehen. Man brauchte, wenn man ohnedies als Substrat der Strahlen fortbewegte Teilchen ansieht, nur die Hülfsannahme zu machen, dass die Kathode in bestimmten Richtungen, die durch ihre eigene jeweilige Lage gegeben sind, Teilchen aus grösseren Entfernungen anzieht, die nun auf sie zufliegen. Aber eine solche Annahme ist von keiner Seite bisher durch Experimente wahrscheinlich gemacht worden, und es giebt andererseits Erscheinungen, die im entgegengesetzten Sinne sprechen.

Denn wie ich an anderer Stelle erwähnte, gehen Strahlen von ganz analogen Eigenschaften, wie die der Canalstrahlen, auch von jeder beliebigen undurchbrochenen Kathodenfläche aus, und zwar nach allen Seiten.[1]) Man hat dadurch also breite Strahlenbüschel, in die man Schattenobjecte einbringen kann. Die Lage der Schattenräume lässt dann erkennen, in welcher Richtung die Strahlen sich ausbreiten.

Man benutzt z. B. als Kathode in einem etwa 4 cm weiten Rohr eine Nickelscheibe von 5—10 mm Durchmesser und stellt einen Draht oder ein Glasstäbchen von einigen Millimetern Dicke als Schattenobject auf (Fig. 2), evacuirt in Wasserstoff bis zu geeigneter Dichte, und biegt die gewöhnlichen Kathodenstrahlen durch den Magneten zur Seite. Dann sieht man, dass die magnetisch nicht deformirbaren rosa Canalstrahlen von der Kathode bis zum Niveau des Schattenobjectes eine zusammenhängende Lichtmasse bilden, die die Röhrenweite ausfüllt, hinter dem Object aber liegt im rosa Licht ein scharf begrenzter, schwach divergenter Schattenraum. Unzweifelhaft liegen hier Strahlen mit Eigenschaften der Canalstrahlen vor, die sich von der Kathode fort ausbreiten.

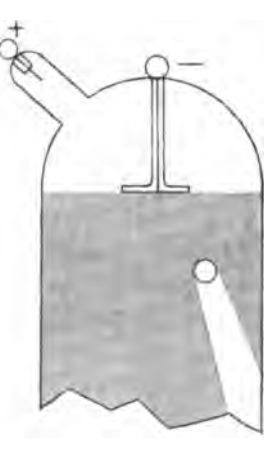


Fig. 2.

1) E. Goldstein, Thätigkeitsber. d. Phys.-Techn. Reichsanstalt für 1895; Zeitschr. f. Instrumentenk 16. p. 211. 1896. Vgl. auch Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1886. p. 698.

Hinsichtlich des angeblichen Verhältnisses der Canalstrahlen zur Anode führe ich noch einen einfachen Versuch vor. In einer 4 cm weiten Röhre ist (Fig. 3) die Anode eine Metallscheibe mit einer Anzahl Schlitzen von je 2 mm Breite. Wenn nun die Canalstrahlen in der That von der Anode zur Kathode hingingen, so dürften sie nur in dem Raume, der zwischen Anode und Kathode liegt, sich zeigen. Der Versuch ergiebt aber — die gewöhnlichen Kathodenstrahlen werden wieder durch den Magnet zur Seite gelenkt — dass die Canalstrahlen, für die jetzt die geschlitzte Anodenplatte als Schattenobject dient, sich durch die Schlitze hindurch über die Anode hinaus, soweit es die Röhrenlänge gestattet, ausbreiten (Demonstration). Dies zeigt von neuem, dass die Canalstrahlen mit der Anode direct nichts zu thun haben und in ihrer Ausbreitung nach irgend welchen Richtungen durch sie weder gehindert noch sonst beeinflusst werden. — Wollte man etwa doch noch annehmen, dass die Canalstrahlen an der geschlitzten Anode entspringen und sich durch die Schlitze nach beiden Seiten ausbreiten, so widerspricht dieser Auffassung die Thatsache, dass die Erscheinung der Canalstrahlen ganz ungeändert bleibt, wenn man anstatt der geschlitzten Platte P den Draht a zur Anode macht. (Die Gasdichte wird zweckmässig so gewählt, dass die zweite Schicht an der Kathode K etwas über 1 cm dick ist; P ist von K um 2 cm entfernt.)

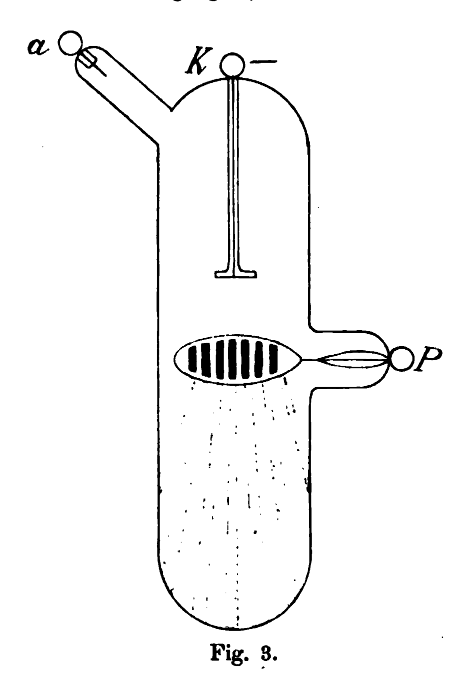


Fig. 3.

Die Canalstrahlen haben in meinen Versuchen sich magnetisch nicht deformiren lassen; sie werden auch von einer

Kathode nicht angezogen oder anderweit abgelenkt. Hr. Wien hat Beobachtungen veröffentlicht[1]), nach denen elektrostatische und auch kräftige, primäre magnetische Einwirkungen stattfinden. Unter primären Einwirkungen verstehe ich dabei solche, bei denen nicht Wirkungen auf die sichtbare Entladung an der anderen Seite der (geschlitzten oder durchlochten) Kathode mitspielen. Dass Verschiebungen der sichtbaren Entladung und damit verbundene Richtungsänderungen der nach vorn gehenden Kathodenstrahlen die Richtung der (dabei stets geradlinig bleibenden) Canalstrahlen beeinflussen müssen, folgt schon aus meiner ersten Arbeit über diese Strahlen und ist seitdem auch von anderen Beobachtern constatirt worden. Doch glaubt Hr. Wien derartige indirecte Beeinflussungen der Canalstrahlen durch Schutzvorrichtungen ausgeschlossen zu haben. Der Aufklärung scheint mir bei den Ablenkungsversuchen des Hrn. Wien immerhin noch die Angabe zu bedürfen, dass seine Canalstrahlen an der Glaswand Fluorescenzflecke von der „bekannten gelbgrünen Farbe“ erzeugen.[2]) In seiner letzten Arbeit ist sogar von magnetisch ablenkbaren Canalstrahlen die Rede, „die die vorzüglichste Fluorescenz der Glaswand hervorbringen“.[3]) Canalstrahlen, die eine derart zu charakterisirende Fluorescenz (bez. Phosphorescenz) erzeugen, habe ich bisher nicht beobachtet. In meiner ersten Arbeit sagte ich, dass den Canalstrahlen die Fähigkeit, die Glaswand zur Phosphorescenz zu erregen, fast vollständig abgehe, und dass es schon der Aufmerksamkeit bedürfe, um das äusserst schwache, grüne Leuchten, welches die hellsten Canalstrahlen hervorrufen, wahrzunehmen.[4]) Es überrascht mich, dass Hr. Wien sich für die Fluorescenzwirkung der Canalstrahlen auf mich beruft, indem er sagt (l. c. p. 435): „Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass die Fluorescenzwirkung auf dem Glase bei Wasserstofffüllung, wie schon Goldstein bemerkte, am stärksten ist.“ Eine Quelle giebt

---

1) W. Wien, Verhandl. d. Physik. Gesellsch. zu Berlin **16.** p. 165. 1897; l. c. **17.** p. 10. 1898; Wied. Ann. **65.** p. 440. 1898.

2) W. Wien, Wied. Ann. **65.** p. 447. 1898.

3) W. Wien, Drud. Ann. d. Phys. **5.** p. 432. 1901.

4) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1886. p. 677; Wied. Ann. **64.** p. 45. 1898.

Hr. Wien nicht an; ich habe derartiges nie veröffentlicht, auch nicht beobachtet. — Bezüglich des Wasserstoffs habe ich angeführt[1]), dass sie in diesem Gase besonders hell sind. Das schliesst besondere Helligkeit am Glase nahezu aus, da im Gase diejenigen Strahlen am hellsten sind, die darin am stärksten absorbirt werden, also den kleinsten Procentsatz Energie bis zur Glaswand bringen.

An den hier aufgestellten drei Röhren für Canalstrahlen, von denen die eine die Canalstrahlen in verdünnter Luft, die beiden anderen in verdünntem Wasserstoff von verschiedener Dichte zeigen, ist erkennbar, wie stark das Glas in den gewöhnlichen Kathodenstrahlen (im Anodenteil der Röhren) phosphorescirt und wie minimal, auf einige Entfernung nicht mehr zu erkennen, die Erregung durch Canalstrahlen ist.

Sollten die betreffenden Beobachtungen des Hrn. Wien etwa mit dem Umstande zusammenhängen, dass bei seinen Versuchen mit den Inductorium, um nur Ströme einer Richtung zu behalten, stets ein 2 cm-Funke in freier Luft eingeschaltet war? Schaltet man eine so beträchtliche Funkenstrecke ein, so laden sich alle Teile der Röhrenwand zu beträchtlicher Spannung, bei Röhren nach dem Schema der Fig. 1 auch die Wandung in dem anodenlosen Teile C. Die Spannung steigt bis zu schwachen Entladungen, bei denen die betreffende Wandung dann als schwache Anode fungirt. Nun beruht die Abwesenheit des gewöhnlichen Kathodenlichtes in dem Teil C ja nur auf dem Fehlen einer Anode. Sobald die Glaswand wieder eine schwache Anode bildet, gehen von der nach C gekehrten Fläche der Kathode auch wieder schwache gewöhnliche Kathodenstrahlen aus, die bei der vorhandenen geringen Gasdichte nicht unmittelbar sichtbar sind, aber deutliches, grünes Phosphorescenzlicht der Glaswand erregen, das durch den Magneten abgelenkt und zu noch grösserer Helligkeit condensirt wird. Die vorliegenden Röhren zeigen in C, solange kein Funke eingeschaltet ist, unter dem Einfluss des Magneten keine Phosphorescenzspur; sobald der 2 cm-Funke eingeschaltet ist, wirft der Magnet einen grossen, hellen, grünen Fleck an die Wandung. Am meisten eignet sich für diesen

---

1) E. Goldstein, Physik. Zeitschr. 1. p. 133. 1899.

Effect der Wasserstoff, der ja, wie früher erwähnt, die gewöhnlichen Kathodenstrahlen am wenigsten absorbirt, in dem also die Fluorescenzwirkung dieser Strahlen am Glase am hellsten sein muss. Damit würde der Schluss der letzten WIEN'schen Abhandlung stimmen (l. c. p. 435): „Bei Wasserstofffüllung sieht man auch am deutlichsten, wie die Fluorescenz des Glases beträchtlich im Magnetfelde abgelenkt wird, während die Ablenkung der Fluorescenz des Gases kaum wahrnehmbar ist.“

Es wäre sehr dankenswert, wenn Hr. WIEN der Deutschen Physikalischen Gesellschaft einige Röhren für Canalstrahlen übersenden wollte und sie hier vorführen liesse, um der Gesellschaft ein auf Anschauung gegründetes Urteil über die magnetisch ablenkbaren, zugleich kräftige Fluorescenz der Glaswand erregenden Canalstrahlen zu erleichtern.

Während also dieser Punkt aufklärungsbedürftig erscheint, erklärt sich, wie ich glaube, eine andere von Hrn. WIEN angeführte Erscheinung bestimmt durch die Einschaltung des langen Funkens. Hr. WIEN hat nach Umkehrung des Stromes an der durchlochten nun zur Anode gewordenen Elektrode noch besondere, direct sichtbare Strahlen beobachtet.[1]) Diese Strahlen, die in den elektrodenlosen Teil *C* austreten, werden von einer negativen Elektrode abgestossen und vom Magneten in demselben Sinne, wie gewöhnliche Kathodenstrahlen, aber stärker, abgelenkt.

Diese Strahlen sind nichts anderes, als die schon 1876[2]) von mir beschriebenen Strahlen des secundären negativen Lichtes, die jedesmal auftreten, wenn in den Weg des geschichteten positiven Lichtes der Entladung eine Verengung eingeschaltet ist. Im vorliegenden Fall kommen sie ebenfalls dadurch zu stande, dass in dem ursprünglich anodenlosen Teil durch die nach der Funkeneinschaltung bis zur Entladung gesteigerte Spannung der Glaswand sich eine schwache (Glas-) Anode bildet, zu der nun aus dem anderen Röhrenteil schwaches positives Licht geht. Die Durchbohrung der ersten

1) W. WIEN, Wied. Ann. 65. p. 449. 1898.

2) E. GOLDSTEIN, Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1876. p. 279.

(metallischen) Anode stellt die Verengung der Entladungsstrecke dar.

Würde in C eine Anode sich befinden, während die durchbohrte Elektrode ohne Verknüpfung mit dem Inductorium gelassen ist, so würde diejenige besondere Modification der secundären negativen Strahlen auftreten, die ich als künstliche Kathodenstrahlen bezeichnet habe und die, abgesehen von ihrer viel geringeren Steifigkeit, in allen anderen Beziehungen, auch in der Farbe, den gewöhnlichen Kathodenstrahlen gleichen.[1])

---

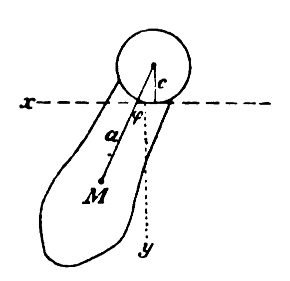
1) E. Goldstein, Verhandl. d. Physik. Gesellsch. zu Berlin 13. p. 5. 1894.

Ueber ein Pendelproblem von Euler;
von Alfred Denizot.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 13. December 1901.)
(Vgl. oben S. 191.)

---

1. In *„Nova Acta Academiae Petropolitanae“* (6. p. 145. 1788) behandelt L. Euler das Problem: *„De motu oscillatorio penduli circa axem cylindricum plano horizontali incumbentem.“* Dieses soll gewissermaassen eine Verallgemeinerung des gewöhnlichen Pendelproblems sein; der Unterschied zwischen beiden Problemen besteht darin, dass während beim gewöhnlichen Pendel die Masse um eine Gerade als Axe schwingt, im obigen Problem die Masse mit einem Kreiscylinder fest verbunden ist, der an seinen beiden Enden durch horizontale, in derselben Höhe sich befindende Ebenen gestützt, sich längs dieser Ebenen reibungslos hin- und herbewegen kann. Die Differentialgleichung ergiebt ein Integral, das zum Teil auf elliptische Functionen führt und das von Euler unter der Annahme kleiner Schwingungen näherungsweise berechnet wird. Dieses Problem von Euler ist auch in das vortreffliche Uebungsbuch von Jullien: *„Problèmes de mécanique rationnelle“* (2. p. 63. 1855) aufgenommen, allein auch dort heisst es: „cette intégrale ne peut s'obtenir sous forme finie“.



2. Im Folgenden wird gezeigt, dass das Integral, welches die Zeit liefert, durch bekannte Functionen ausgedrückt werden kann; freilich sind damit die Coordinaten als Functionen der Zeit explicite noch nicht gegeben. Wir betrachten (vgl. Jullien, l. c.) den verticalen, durch den Schwerpunkt des ganzen Körpers gelegten Schnitt (vgl. Figur). Es seien x, y die Coordinaten des Schwerpunktes, c der Radius des Cylinders, a die Entfernung der Axe des Cylinders vom Schwerpunkt M des ganzen Systems, m die

Masse des Systems, φ der Winkel, den a mit der y-Axe bildet, k der Trägheitsradius des Körpers in Bezug auf eine, durch dessen Schwerpunkt gehende Parallele zur Axe des Cylinders.

Alsdann erhält man unmittelbar aus dem Princip der lebendigen Kräfte die Differentialgleichung des Problems:

$$\frac{m}{2}\left\{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2\right\} + \frac{m}{2}k^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = m\,g\,y + \text{const.}$$

Hierin entspricht

$$\frac{m}{2}\left\{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2\right\}$$

der lebendigen Kraft der fortschreitenden,

$$\frac{m}{2}k^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2$$

der lebendigen Kraft der schwingenden Bewegung und

$$m\,g\,y + \text{const.}$$

der potentiellen Energie des Systems.[1])

Führt man (da wir eine Abwickelung des Cylinders an den Ebenen haben) in obige Gleichung ein:

$$x = a\sin\varphi - c\,\varphi, \quad y = a\cos\varphi - c,$$

so erhält man

$$\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\{a^2 - 2\,a\,c\cos\varphi + c^2 + k^2\} = 2\,g\,(a\cos\varphi - c) + C.$$

Zur Bestimmung der Constanten C dient folgendes: Zu einer Zeit, in der die Winkelgeschwindigkeit $(d\varphi/dt) = 0$ ist, soll $\varphi_0 = \alpha$ sein, woraus folgt $C = 2\,g\,(c - a\cos\alpha)$, und daher lautet die Differentialgleichung des Problems:

$$\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\{k^2 + a^2 + c^2 - 2\,a\,c\cos\varphi\} = 2\,g\,a\,(\cos\varphi - \cos\alpha),$$

woraus folgt:

$$t = \int \frac{(k^2 + a^2 + c^2 - 2\,a\,c\cos\varphi)^{1/2}}{\sqrt{2\,g\,a}\,(\cos\varphi - \cos\alpha)^{1/2}}\,d\varphi.$$

1) Es sei bemerkt, dass Euler unter g, was hier die Erdbeschleunigung bedeutet, den Wert $2\,g$ versteht (. . . ubi g est altitudo lapsus gravium uno minuto secundo), l. c. p. 147.

Um dieses Integral ganz allgemein zu lösen, setzen wir zunächst

$$\cos\varphi = 1 - 2\sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) \quad \text{und} \quad \cos\alpha = 1 - 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

und wir erhalten:

$$t = \frac{1}{\sqrt{g\,a}}\int \frac{\left\{k^2 + (a-c)^2 + 4\,a\,c\sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)\right\}^{1/2}}{\left\{\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)\right\}^{1/2}}\,\frac{d\varphi}{2}.$$

Wenn wir nun

$$\sin\frac{\varphi}{2} = \sin\frac{\alpha}{2}\cdot\sin\psi,$$

ferner der Kürze wegen

$$\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \varkappa \quad \text{und} \quad \frac{k^2 + (a-c)^2}{4\,a\,c} = p^2$$

einführen, so wird

$$(1) \qquad t = 2\sqrt{\frac{c}{g}}\int \frac{(p^2 + \varkappa^2\sin^2\psi)^{1/2}}{(1 - \varkappa^2\sin^2\psi)^{1/2}}\,d\psi$$

oder

$$t = 2p\sqrt{\frac{c}{g}}\int \frac{\left(1 + \frac{\varkappa^2}{p^2}\sin^2\psi\right)d\psi}{\sqrt{(1 - \varkappa^2\sin^2\psi)\left(1 + \frac{\varkappa^2}{p^2}\sin^2\psi\right)}}.$$

Wird hierin $c = 0$ gesetzt, so erhalten wir

$$t = \sqrt{\frac{k^2 + a^2}{a\,g}}\int \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \varkappa^2\sin^2\psi}},$$

also den Ausdruck für das zusammengesetzte Pendel, wo $k^2 + a^2/a$ die reducirte Pendellänge ist.

3. Wollte man nun, wie es beim gewöhnlichen Pendelproblem der Fall ist, zur Lösung des Integrales (1) ψ durch $\operatorname{am} u$, also $\sin\psi$ durch $\sin\operatorname{am} u = \operatorname{sn} u$ ausdrücken, so würde man unter dem Integralzeichen

$$\sqrt{1 + \frac{\varkappa^2}{p^2}\operatorname{sn}^2 u}$$

erhalten; der Integrand würde also als eine nicht eindeutige Function erscheinen.

4. Vermieden wird dieses, wenn

$$\sin^2 \psi = z$$

gesetzt wird; dann ist

$$d\psi = \frac{dz}{2\sqrt{z(1-z)}}$$

und wir erhalten

$$t = p\sqrt{\frac{c}{g}}\int \frac{\left(1 + \frac{x^2}{p^2} z\right) dz}{\sqrt{R(z)}},$$

wo

$$R(z) = (1 - x^2 z)(1 - z) z \left(1 + \frac{x^2}{p^2} z\right)$$

ist, und $R(z) = 0$ gesetzt, liefert die vier aufeinanderfolgenden Wurzeln

$$\frac{1}{x^2} > 1 > 0 > -\frac{p^2}{x^2}.$$

Zur weiteren Lösung des Integrales führen wir die bekannte Transformation des Integrales aus, indem wir setzen

$$z = \frac{r + s u}{1 + u},$$

wo u die neue Variable ist. Es wird dabei

$$dz = \frac{(s - r)}{(1 + u)^2} du,$$

$$\sqrt{R(z)} = \frac{1}{(1 + u)^2} \sqrt{R(u)}.$$

$R(u)$ besteht aus vier Factoren, von denen wir die beiden ersteren und die beiden letzteren zusammenfassen, und nach erfolgter Ausmultiplicirung der zusammengehörigen Factoren bestimmen wir r und s so, dass die mit u verbundenen Glieder fortfallen. Wir erhalten dann für r und s die Bedingungsgleichungen:

$$r + s + 2\frac{x^2}{p^2} r s = 0,$$

$$2 - (1 + x^2)(r + s) + 2 x^2 r s = 0,$$

aus welchen folgt

$$s + r = \frac{2}{1 + x^2 + p^2},$$

$$r s = \frac{-p^2}{x^2(1 + x^2 + p^2)};$$

ferner ist

$$s - r = \frac{2\sqrt{(1 + p^2)(x^2 + p^2)}}{x(1 + x^2 + p^2)},$$

wobei wir uns für das positive Zeichen der Quadratwurzel entscheiden. Für r und s erhalten wir

$$(2)\qquad \begin{cases} s = \dfrac{\varkappa + \sqrt{(1+p^2)(\varkappa^2+p^2)}}{\varkappa(1+\varkappa^2+p^2)}, \\ r = \dfrac{\varkappa - \sqrt{(1+p^2)(\varkappa^2+p^2)}}{\varkappa(1+\varkappa^2+p^2)} \end{cases}$$

und wir sehen, dass diese Grössen reell sind, was auch die Art und Weise der Transformation erfordert.

Alsdann erhält man nach einiger Reduction

$$(3)\qquad t = M\int\frac{(Au+B)\,du}{(1+u)\sqrt{(1-\lambda^2u^2)(1-\mu^2u^2)}}.$$

Hierin ist

$$A = 1 + \frac{\varkappa^2}{p^2}s, \qquad B = 1 + \frac{\varkappa^2}{p^2}r,$$

$$(4)\qquad M = p\sqrt{\frac{c}{g}}\,\frac{(s-r)}{\sqrt{r(1-r)(1-r\varkappa^2)\left(1+\dfrac{r\varkappa^2}{p^2}\right)}}.$$

Da $R(z) = 0$ lauter reelle Wurzeln hat, so sind, wie bekannt, λ^2 und μ^2 reell und positiv, was auch aus den Ausdrücken für diese Grössen selbst zu ersehen ist. Es ist, wenn r und s und der Kürze wegen $\sqrt{(1+p^2)(\varkappa^2+p^2)} = P$ eingeführt werden:

$$\lambda^2 = \frac{(1-s)\left(\dfrac{1}{\varkappa^2}-s\right)}{(r-1)\left(\dfrac{1}{\varkappa^2}-r\right)} = \frac{[P+\varkappa(\varkappa^2+p^2)][1+p^2+\varkappa P]}{[P-\varkappa(\varkappa^2+p^2)][1+p^2-\varkappa P]}\,(>1),$$

$$\mu^2 = \frac{s\left(\dfrac{p^2}{\varkappa^2}+s\right)}{r\left(\dfrac{p^2}{\varkappa^2}+r\right)} = \frac{(P-\varkappa)^2}{(P+\varkappa)^2}\,(<1).$$

Macht man die Annahme, dass in $R(z) = 0$ die Wurzeln $1/\varkappa^2$ und $-p^2/\varkappa^2$ conjugirt complex sind, so fällt damit auch die Voraussetzung, dass $\sin(\alpha/2) = \varkappa$ reell ist. Wir haben dann nicht mehr eine einfache hin- und hergehende Bewegung. Wir wollen diesen Fall aus unserer Betrachtung ausschliessen und uns nur auf die oscillirende Bewegung beschränken.

5. Zur Lösung des Integrales (3) führen wir elliptische Functionen ein, und zwar setzen wir $u = (1/\lambda)\,\mathrm{sn}\,v$ mit dem

Modul $\mu/\lambda = \nu$, der nach dem obigen reell und kleiner als 1 ist. Alsdann ist

$$du = \frac{1}{\lambda}\,\mathrm{cn}\, v\,.\,\mathrm{dn}\, v\,.\,d v, \quad R(u) = \mathrm{cn}\, v\,.\,\mathrm{dn}\, v$$

und es ist, wenn wir gleichzeitig festsetzen, dass für $v=0$ $t=t_0$ sein soll:

$$t - t_0 = M\lambda \int_0^v \frac{\frac{A}{\lambda}\,\mathrm{sn}\, v + B}{\lambda + \mathrm{sn}\, v}\, d v,$$

oder

$$t - t_0 = M\lambda \int_0^v \left\{\frac{A}{\lambda} + \frac{(B - A)}{\lambda + \mathrm{sn}\, v}\right\} d v.$$

Wir haben demnach folgende Kategorien von Integralen:

$$\int_0^v d v = v \text{ (elliptisches Integral erster Gattung).}$$

Ferner ist

$$\int_0^v \frac{d v}{(\lambda + \mathrm{sn}\, v)}$$

ein elliptisches Integral dritter Gattung. Um es auf die Normalform

$$\int_0^v \frac{d v}{(\mathrm{sn}^2 v - \mathrm{sn}^2 \alpha)} = J_{(3)}^{(v)}$$

zu bringen, setzen wir $\lambda = \mathrm{sn}\,\alpha$, und, wenn wir Zähler und Nenner des Integranden mit $\mathrm{sn}\,\alpha - \mathrm{sn}\, v$ multipliciren, ist

$$\int_0^v \frac{d v}{\lambda + \mathrm{sn}\, v} = -\lambda \int_0^v \frac{d v}{\mathrm{sn}^2 v - \mathrm{sn}^2 \alpha} - \int_0^v \frac{\mathrm{sn}\, v\, d v}{\mathrm{sn}^2 \alpha - \mathrm{sn}^2 v} = -\lambda J_{(3)}^{(v)} - S,$$

wenn

$$\int_0^v \frac{\mathrm{sn}\, v\, d v}{\mathrm{sn}^2 \alpha - \mathrm{sn}^2 v} = S$$

gesetzt wird. Setzen wir $\mathrm{sn}^2 v = y$ (wobei der Modul ν bleibt), so ist

$$(5)\quad \begin{cases} \displaystyle\int \frac{\operatorname{sn} v\, dv}{\operatorname{sn}^2 \alpha - \operatorname{sn}^2 v} = m \int \frac{dx}{(x-k)\sqrt{x^2 - a^2}} \\ \displaystyle\qquad = \frac{m}{\sqrt{a^2 - k^2}} \operatorname{arctg} \frac{x - k + \sqrt{x^2 - a^2}}{\sqrt{a^2 - k^2}}, \end{cases}$$

wo gesetzt ist

$$x = \frac{2\mu^2 y - (\lambda^2 + \mu^2)}{2\mu^2}, \quad m = -\frac{\lambda}{2\mu}, \quad k = \frac{2\mu^2\lambda^2 - (\lambda^2 + \mu^2)}{2\mu^2},$$
$$a = \frac{\lambda^2 - \mu^2}{2\mu^2}.$$

Dabei muss (weil $a^2 - k^2 = (a+k)(a-k)$) die Bedingung $|k| < |a|$ erfüllt sein, was auch der Fall ist; denn werden die beiden Ausdrücke für k und a miteinander verglichen, so geht diese Bedingung über in $\mu^2 < 1$. — Setzen wir die Ausdrücke für x, m, k und a in (5) ein, so erhalten wir

$$S = \int_0^v \frac{\operatorname{sn} v\, dv}{\operatorname{sn}^2 \alpha - \operatorname{sn}^2 v} = -\frac{1}{2}\frac{\lambda}{\mu} \left| \operatorname{arctg} \frac{\mu(y - \lambda^2) + \sqrt{(\mu^2 y - \lambda^2)(y-1)}}{\lambda\sqrt{(\lambda^2 - 1)(1 - \mu^2)}} \right|_0^y.$$

Für das elliptische Integral $J_3(v)$ haben wir den Ausdruck:

$$J_3(v) = -\left(\nu^2 \operatorname{sn}^2\beta + \frac{\nu^2 \operatorname{sn}^2 \beta}{\operatorname{cn}\beta \operatorname{dn}\beta}\right) v - \frac{1}{2}\frac{\nu^2 \operatorname{sn}^2\beta}{\operatorname{cn}\beta\operatorname{dn}\beta} \log \frac{\Theta(v-\beta)}{\Theta(v+\beta)}, \text{[1]}$$

wobei $\beta = \alpha - K'i$ ist und α der Bedingung $\operatorname{sn}\alpha = \lambda$ genügt.

6. Nunmehr ist das Integral (1) vollständig bestimmt. Wir erhalten als Resultat:

$$t - t_0 = M\lambda \left\{ \frac{A}{\lambda} v + (B - A)(-\lambda J_3(v) - S) \right\},$$

oder mit Berücksichtigung der Ausdrücke für S, $J_3(v)$, A, B:

$$\begin{aligned} t - t_0 = M \Bigg\{ & \left[1 + \frac{x^2}{p^2} s - \lambda^2 \frac{x^2}{p^2}(s - r)\left(\nu^2 \operatorname{sn}^2\beta + \frac{\nu^2 \operatorname{sn}^2\beta}{\operatorname{cn}\beta\operatorname{dn}\beta}\right)\right] v \\ & - \frac{\lambda^2}{2}\frac{x^2}{p^2}(s - r)\frac{\nu^2\operatorname{sn}^2\beta}{\operatorname{cn}\beta\operatorname{dn}\beta}\log\frac{\Theta(v-\beta)}{\Theta(v+\beta)} \\ & - \frac{1}{2}\frac{\lambda^2}{\mu}\frac{x^2}{p^2}(s-r)\operatorname{arctg}\frac{\mu(y-\lambda^2) + \sqrt{(\mu^2 y - \lambda^2)(y-1)}}{\lambda\sqrt{(\lambda^2 - 1)(1-\mu^2)}} \Bigg\}. \end{aligned}$$

Hierbei sind r, s, M durch (2) und (4) bestimmt.

7. Hiermit ist gezeigt, dass die Zeit in dem behandelten Problem sich als ein geschlossenes Integral ausdrücken lässt,

---

[1] Den Vorlesungen des Hrn. Prof. Fuchs entnommen.

und zwar unter Zuhülfenahme elliptischer Functionen, deren Theorie zu EULER's Zeit allerdings erst in der Entwickelung begriffen war. In obiger Lösung ist zugleich der Einfluss der cylindrischen Form der Schneide eines Pendels auf die Schwingungszeit enthalten, welches Problem bekanntlich von BESSEL in den „Untersuchungen über die Länge des einfachen Secundenpendels, 1826“ und HELMERT in den „Beiträgen zur Theorie des Reversionspendels, 1898“ unter Vernachlässigung gewisser kleiner Grössen und mittels Reihenentwickelung behandelt wird. Inwieweit die hier gegebene Lösung für praktische Fälle brauchbar ist, soll einstweilen dahingestellt sein.

Mitgliederliste
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Im Jahre 1901 verlor die Gesellschaft durch Tod:

Dr. F. Caspary, Prof. Dr. M. Eschenhagen, Prof. Dr. A. König, Prof. Dr. B. Schwalbe, Prof. Dr. O. Wiedeburg.

Am Ende des Jahres 1901 waren Mitglieder der Gesellschaft:

A. Berliner Mitglieder.

1. Herr Dr. M. Altschul*), N., Brunnenstrasse 109.
2. „ Dr. M. Abramczik, W., Kurfürstendamm 48/49.
3. „ F. S. Archenhold, Treptow, Sternwarte.
4. „ Prof. Dr. H. Aron, W., Lichtensteinallee 3a.
5. „ Dr. L. Arons, SW., Königgrätzerstrasse 109.
6. „ Dr. E. Aschkinass, W., Kurfürstendamm 22.
7. „ Prof. Dr. R. Assmann, N., Seestrasse 61.
8. „ O. Baschin, W., Schinkelplatz 6.
9. „ Dr. W. Bein, W., Emserstrasse 25.
10. „ Dr. G. Benischke, Pankow, Parkstrasse 8.
11. „ A. Berberich, SW., Lindenstrasse 91.
12. „ Dr. A. Berliner, NW., Dorotheenstr. 60.
13. „ Prof. Dr. W. v. Bezold, W., Lützowstrasse 72.
14. „ Prof. Dr. E. Blasius, Charlottenburg, Knesebeckstrasse 96.
15. „ A. Blümel, SO., Melchiorstrasse 22.
16. „ H. Boas, SW., Dessauerstrasse 38.
17. „ A. du Bois-Reymond, NW., Schiffbauerdamm 29a.
18. „ Dr. E. Bollé, SO., Manteuffelstrasse 126.
19. „ Prof. Dr. R. Börnstein, Wilmersdorf, Landhausstrasse 10.
20. „ Prof. Dr. H. Böttger, NW. Lessingstrasse 10.
21. „ Dr. F. Bremer, NW., Schleswiger Ufer 16.
22. „ Dr. W. Brix, Steglitz, Hohenzollernstrasse 1.
23. „ Prof. Dr. E. Brodhun, Grunewald, Hubertusbaderstr. 22.
24. „ Dr. C. Brodmann, NW., Paulstrasse 13.
25. „ Prof. Dr. E. Budde, NW., Alt-Moabit 89.
26. „ W. B. v. Czudnochowski, W., Klopstockstrasse 38.
27. „ Dr. R. Defregger, NW., Brückenallee 30.
28. „ Dr. A. Denizot, Charlottenburg, Schlüterstrasse 7.

---

*) Berlin ist in dem Verzeichniss weggelassen.

29. Herr Dr. H. Diesselhorst, W., Schaperstrasse 18.
30. „ Dr. W. Dittenberger, Charlottenburg, Marchstrasse 25.
31. „ Dr. F. Dolezalek, Halensee, Friedrichsruherstrasse 23.
32. „ Dr. B. Donath, Charlottenburg, Stuttgarterplatz 16.
33. „ Prof. Dr. E. v. Drygalski, W., Kurfürstenstrasse 40.
34. „ Dr. A. Ebeling, W., Würzburgerstrasse 20.
35. „ Dr. Joh. Ehlers, NW., Lübeckerstrasse 27.
36. „ Prof. Dr. Th. W. Engelmann, NW., Neue Wilhelmstrasse 15.
37. „ F. Ernecke, SW., Königgrätzerstrasse 112.
38. „ Dr. C. Färber, S., Fichtestrasse 2.
39. „ Dr. Felgenträger, Friedenau, Kaiser-Allee 38.
40. „ Prof. Dr. K. Feussner, Charlottenburg, Leibnizstrasse 1.
41. „ Prof. Dr. R. Finkener, W., Schaperstrasse 18.
42. „ Reg.-Rat Dr. A. Franke, W., Marburgerstrasse 9a.
43. „ Dr. A. Franke, Gross-Lichterfelde, Sternstrasse 28.
44. „ Dr. F. Frankenhäuser, Friedenau, Hauffstrasse 13.
45. „ Dr. G. Freund, NW., Unter den Linden 69.
46. „ J. Friedländer, W., Regentenstrasse 8.
47. „ Dr. H. Friedrichsen, Tempelhof, Berlinerstrasse 101.
48. „ Prof. Dr. O. Frölich, Charlottenburg, Grolmannstrasse 68.
49. „ Prof. Dr. L. Fuchs, W., Rankestrasse 14.
50. „ R. Fuess, Steglitz, Düntherstrasse 7/8.
51. „ Dr. H. Gerstmann, W., Knesebeckstrasse 70/71.
52. „ Dr. W. Giese, W., Bülowstrasse 80.
53. „ Dr. A. Gleichen, S., Hasenheide 93.
54. „ Prof. Dr. E. Goldstein, W., Bambergerstrasse 6.
55. „ Dr. Th. Gross, Westend, Elisabethstrasse.
56. „ Prof. Dr. L. Grunmach, W., Bayreutherstrasse 33.
57. „ Prof. Dr. E. Gumlich, Charlottenburg, Schlüterstrasse 71.
58. „ Prof. Dr. P. Güssfeldt, NW., Beethovenstrasse 1.
59. „ W. Hänsch, S., Prinzenstrasse 71.
60. „ Dr. E. Häntzschel, W., Gleditschstrasse 43.
61. „ Prof. Dr. E. Hagen, Charlottenburg, Werner Siemensstrasse 7.
62. „ H. Hahn, Grunewald, Bismarckallee 24.
63. „ G. Hansemann, W., Maassenstrasse 29.
64. „ Prof. Dr. G. Hauck, W., Bülowstrasse 6.
65. „ Dr. F. v. Hefner-Alteneck, W., Hildebrandstrasse 9.
66. „ P. Heitchen, Charlottenburg, Bismarckstrasse 77.
67. „ Prof. Dr. G. Hellmann, W., Margarethenstrasse 2/3.
68. „ Prof. Dr. R. Heyne, W., Zietenstrasse 3.
69. „ Prof. Dr. J. Hirschwald, Grunewald, Kunz Buntschuhstr. 16.
70. „ Dr. Christian von Hofe, Charlottenburg, Leibnizstrasse 20.
71. „ Prof. J. H. van't Hoff, Charlottenburg, Uhlandstrasse 2.
72. „ F. Hoffmann, SW., Belle Allianceplatz 6a.
73. „ A. W. Hoffmann, SW., Kochstrasse 6.

74. Herr Dr. H. Hohnhorst, SW., Bellealliancestrasse 80.
75. „ Prof. Dr. L. Holborn, Charlottenburg, Schlossstrasse 3.
76. „ Dr. K. Hollefreund, S., Alexandrinenstrasse 36.
77. „ Dr. W. Howe, Westend, Kastanienallee 4.
78. „ Oberlehrer Dr. Hupe, Charlottenburg, Leonhardtstrasse 19.
79. „ M. Iklé, W., Genthinerstrasse 27.
80. „ Prof. Dr. W. Jaeger, Friedenau, Handjerystrasse 90.
81. „ Dr. E. Jahnke, Wilmersdorf, Pariserstrasse 55.
82. „ O. Johannesson, N., Schönhauserallee 169.
83. „ Reg.-Rat Dr. K. Kahle, Westend, Akazienallee 20.
84. „ Prof. Dr. S. Kalischer, W., Ansbacherstrasse 14.
85 „ Prof. G. Kiessel, O., Langestrasse 31.
86. „ O. Kiewel, W., Schinkelplatz 6.
87. „ Dr. O. Knöffler, Charlottenburg, Kantstrasse 151.
88. „ Dr. A. Köpsel, Charlottenburg, Grolmannstrasse 15.
89. „ Prof. Dr. F. Kötter, S., Annenstrasse 1.
90. „ Prof. Dr. M. Koppe, O., Königsbergerstrasse 16.
91. „ Prof. Dr. F. Kohlrausch, Charlottenburg, Marchstrasse 25 B.
92. „ Prof. Dr. G. Krech, S., Brandenburgstrasse 43.
93. „ Prof. Dr. V. Kremser, NW., Spenerstrasse 34.
94. „ Dr. H. Kreusler, NW., Reichstagsufer 8.
95. „ Prof. Dr. O. Krigar-Menzel, W., Siegismundstrasse 3.
96. „ Prof. Dr. F. Kurlbaum, Charlottenburg, Kantstrasse 138.
97. „ Prof. Dr. E. Lampe, W., Kurfürstenstrasse 139.
98. „ Prof. Dr. H. Landolt, NW., Albrechtstrasse 14.
99. „ Prof. Dr. J. Lange, NO., Elisabethstrasse 57/58.
100. „ Dr. W. Leick, Gross-Lichterfelde, Chausseestrasse 109 B.
101. „ G. Leithäuser, W., Nollendorfstrasse 17.
102. „ Dr. E. Less, NW., Bachstrasse 11.
103. „ Dr. L. Levy, W., Blumenthalstrasse 17.
104. „ C. Liebenow, W., Fasanenstasse 51.
105. „ Prof. Dr. O. Liebreich, NW., Neustädtische Kirchstrasse 9.
106. „ Prof. Dr. St. Lindeck, Charlottenburg, Goethestrasse 77.
107. „ Prof. Dr. E. Loew, SW., Grossbeerenstrasse 1.
108. „ Prof. Dr. O. Lummer, Charlottenburg, Friedrich-Karlplatz 14.
109. „ Dr. F. F. Martens, NW., Reichstagsufer 7—8.
110. „ Capitän z. See a. D. Mensing, W., Kurfürstenstrasse 99.
111. „ Reg.-Rat Dr. E. Meyer, Friedenau.
112. „ Dr. M. W. Meyer, Charlottenburg, Grolmannstrasse 36.
113. „ Edgar Meyer, NW., Karlstrasse 25.
114. „ Dr. C. Michaelis, Potsdam, Schützenplatz 1c.
115. „ Dr. Michaelis, W., Kurfürstenstrasse 149.
116. „ Ministerialdirector a. D. Dr. P. Micke, W., Kleiststrasse 15.
117. „ Prof. Dr. Miethe, Charlottenburg, Techn. Hochschule.
118. „ Dr. R. Müller, SW., Blücherstrasse 35.

119. Herr Prof. Dr. H. Munk, W., Matthäikirchstrasse 4.
120. „ Dr. R. Nahrwold, S., Bockstrasse 9/10.
121. „ Prof. Dr. F. Neesen, W., Ansbacherstrasse 31.
122. Frl. Dr. Elsa Neumann, W., Potsdamerstrasse 10.
123. Herr Prof. Dr. A. Paalzow, W., Wilhelmstrasse 50.
124. „ M. von Pirani, Charlottenburg, Carmerstrasse 1.
125. „ Prof. Dr. M. Planck, W., Achenbachstrasse 1.
126. „ Prof. Dr. F. Poske, SW., Halleschestrasse 21.
127. „ Prof. Dr. E. Pringsheim, NW., Flensburgerstrasse 14.
128. „ Prof. Dr. A. Raps, SW., Yorkstrasse 66.
129. „ Prof. Dr. O. Reichel Charlottenburg, Bismarckstrasse 126.
130. „ Dr. L. Rellstab, Schöneberg, Neue Culmstrasse 5a.
131. „ Dr. E. Richter, Charlottenburg, Knesebeckstrasse 90.
132. „ Dr. H. Rohrbeck, NW., Karlstrasse 24.
133. „ Prof Dr. O. Rosenbach, W., Victoriastrasse 20.
134. „ Prof. Dr. H. Rubens, W., Knesebeckstrasse 29.
135. „ Dr. Schafheitlin, W., Schaperstrasse 17.
136. „ Dr. Karl Scheel, Wilmersdorf, Güntzelstrasse 43.
137. „ Dr. R. Schelske, NW., Beethovenstrasse 3.
138. „ Dr. E. Schenck, Charlottenburg, Kantstrasse 27.
139. „ Prof. M. Schlegel, W., Bellevuestrasse 15.
140. „ Dr. Erich Schmidt, W., Pariserstrasse 9.
141. „ Prof. Dr. J. Scholz, NW., Klopstockstrasse 1.
142. „ Prof. Dr. P. Scholz, Steglitz, Fichtestrasse 34.
143. „ Dr. R. Scholz, Charlottenburg, Kantstrasse 147.
144. „ Dr. O. Schönrock, NW., Jagowstrasse 10.
145. „ Prof. F. Schotte, SW., Grossbeerenstrasse 27a.
146. „ Dr. G. Schwalbe, Charlottenburg, Bismarckstrasse 114.
147. „ Reg.-R. a. D. R. Seebold, Charlottenburg, Fasanenstrasse 13.
148. „ Frhr. v. Seherr-Thoss, W., Hohenzollernstrasse 11.
149. „ Prof. Dr. G. Sieben, Gross-Lichterfelde, Sternstrasse 9.
150. „ Prof. Dr. A. Siebert, Gross-Lichterfelde, Bellevuestrasse 30.
151. „ Hauptmann v. Sigsfeld, Tegel.
152. „ Wilh. v. Siemens, W., Thiergartenstrasse 10.
153. „ Dr. S. Simon, Charlottenburg, Spreestrasse 43.
154. „ Prof. Dr. W. Sklarek, W., Landgrafenstrasse 7.
155. „ Prof. Dr. A. Slaby, Charlottenburg, Sophienstrasse 4.
156. „ Dr. Starck, N., Kesselstrasse 32.
157. „ Dr. H. Starke, NW., Reichstagsufer 7/8.
158. „ Prof. Dr. K. Strecker, W., Keithstrasse 20.
159. „ Prof. Dr. M. Thiesen, Friedrichshagen, Ahorn-Allee 10.
160. „ Prof. H. Thurein, N., Chausseestrasse 40.
161. „ Prof. Dr. J. Traube, W., Potsdamerstrasse 50.
162. „ Dr. Fr. Vettin, SW., Bernburgerstrasse 24.
163. „ Prof. Dr. R. Virchow, W., Schellingstrasse 10.

164. Herr Prof. Dr. E. Warburg, NW., Neue Wilhelmstrasse 16.
165. „ Reg.-Rat Dr. C. L. Weber, SW., Yorkstrasse 19.
166. „ Prof. Dr. W. Wedding, Gross-Lichterfelde, Wilhelmstrasse 2.
167. „ Prof. Dr. B. Weinstein, Charlottenburg, Kantstrasse 148.
168. „ Dr. K. von Wesendonck, NW., Moltkestrasse 2.
169. „ J. West, SW., Hallesche Strasse 20.
170. „ Prof. Dr. H. F. Wiebe, Charlottenburg, Goethestrasse 87.
171. „ Prof. Dr. W. Wolff, Charlottenburg, Uhlandstrasse 193.
172. „ Dr. B. A. Woringer, Grunewald, Hagenstrasse 3.
173. „ R. Wurtzel, NW., Philippstrasse 6.
174. Versuchsabteilung der Verkehrstruppen, W., Wilhelmstrasse 101.

B. Auswärtige Mitglieder.

175. Herr Prof. Dr. R. Abegg, Breslau, Kaiser Wilhelmstrasse 70.
176. „ Dr. M. Abraham, Göttingen, Nicolausbergerweg 17.
177. „ A. Ackermann-Teubner, Leipzig, Poststrasse 3.
178. „ Prof. Dr. K. Ångström, Upsala.
179. „ Dr. R. Apt, Köln-Ehrenfeld, Gesellschaft „Helios“.
180. „ Dr. E. van Aubel, Gent, chaussée de Courtrai 136.
181. „ Prof. Dr. F. Auerbach, Jena.
182. „ Dr. U. Behn, Frankfurt a. M., Neue Taubenstrasse 7.
183. „ Dr. O. Berg, Greifswald, Rossmarkt 8.
184. „ Dr. G. Berthold, Ronsdorf.
185. „ Dr. F. Bidlingmaier, Potsdam, Meteor.-Magn. Observatorium.
186. „ Prof. Dr. H. du Bois, Haag, Beznidenbot 79.
187. „ Prof. Dr. L. Boltzmann, Leipzig, Leplaystrasse 9.
188. „ Prof. Dr. F. Braun, Strassburg i. E., Physik. Institut.
189. „ Prof. Dr. H. Bruns, Leipzig, Stephanstrasse 3.
190. „ Prof. Dr. F. Burckhardt, Basel.
191. „ Prof. Dr. O. Chwolson, St. Petersburg, Physik. Institut.
192. „ Dr A. Coehn, Göttingen, Obere Karspüle 16a.
193. „ Dr. S. Czapski, Jena.
194. „ Dr. A. Dahms, Leipzig, Thalstrasse 35.
195. „ Dr. A. Day, Washington, Harvardstreet 1358.
196. „ Prof. Dr. C. Dieterici, Hannover, Techn. Hochschule.
197. „ Prof. Dr. E. Dorn, Halle a. S., Paradeplatz 7.
198. „ Dr. Drecker, Aachen, Lousbergstrasse 26.
199. „ Prof. Dr. P. Drude, Giessen, Nahrungsberg 8.
200. „ Prof. H. Dufour, Lausanne, Universität.
201. „ Prof. Dr. H. Ebert, München, Techn. Hochschule.
202. „ Dr. J. Edler, Potsdam, Leipzigerstrasse 9a.
203. „ Prof. Dr. J. Elster, Wolfenbüttel, Lessingstrasse 7.
204. „ Dr. R. Emden, München, Techn. Hochschule.
205. „ Dr. K. Fischer, München-Solln Nr. 47.

206. Herr Prof. Dr. C. Fromme, Giessen.
207. „ Prof. Dr. J. Gad, Prag.
208. „ Dr. A. Galle, Potsdam, Geodät. Institut.
209. „ Prof. H. Geitel, Wolfenbüttel.
210. „ Dr. J. Ritter von Geitler, Prag, II, 1594 Physik. Institut.
211. „ Prof. Dr. D. Goldhammer, Kasan.
212. „ Prof. Dr. L. Grätz, München, Arcisstrasse 8.
213. „ Prof. Dr. O. Grotrian, Aachen, Theresienstrasse 13.
214. „ Dr. E. Grüneisen, Halle a/S., an der Marienkirche 3.
215. „ Prof. Dr. G. Gruss, Weinberge bei Prag.
216. „ Dr. S. Guggenheimer, Nürnberg, Kaiserstrasse 23.
217. „ Prof. Dr. S. Günther, München, Akademiestrasse 5.
218. „ Director L. Hacker, Brandenburg a/H.
219. „ Dr. A. Hagenbach, Bonn, Physik. Institut.
220. „ Prof. Dr. E. Hagenbach-Bischoff, Basel.
221. „ Prof. Dr. W. Hallwachs, Dresden-Altstadt, Münchenerstr. 2.
222. „ Prof. Dr. Hermann Hammerl, Innsbruck.
223. „ H. Hauswaldt, Magdeburg-Neustadt.
224. „ Dr. Hecker, Potsdam, Geodät. Institut.
225. „ Prof. Dr. A. Heydweiller, Münster i. W., Physik. Institut.
226. „ Prof. Dr. F. Himstedt, Freiburg i. B., Goethestrasse 8.
227. „ Prof. Dr. D. Hurmuzescu, Jassy.
228. „ Prof. Dr. Georg W. A. Kahlbaum, Basel.
229. „ Dr. W. Kaufmann, Göttingen, Physik. Institut.
230. „ Prof. Dr. H. Kayser, Bonn.
231. „ Prof. Dr. J. Kiessling, Hamburg.
232. „ Prof. Dr. L. v. Klecki, Krakau, Karmelickastrasse 44.
233. „ Prof. Dr. F. Klein, Göttingen.
234. „ Dr. O. Knoblauch, Leipzig, Kaiser-Wilhelmstrasse 51.
235. „ Prof. Dr. K. R. Koch, Stuttgart, Techn. Hochschule.
236. „ Prof. Dr. W. Kohlrausch, Hannover, Techn. Hochschule.
237. „ Prof. Dr. W. König, Greifswald, Physik. Institut.
238. „ Dr. J. Königsberger, Freiburg i. B., Physik. Institut.
239. „ Dr. A. Korn, München, Hohenzollernstrasse 1a.
240. „ Prof. Dr. H. Kronecker, Bern.
241. „ Dr. H. Krüss, Hamburg, Adolfsbrücke 7.
242. „ Dr. Kühnen, Potsdam, Geodät. Institut.
243. „ Prof. Dr. V. von Lang, Wien, IX. Türkenstrasse 3.
244. „ Prof. Dr. E. Lecher, Prag II 1594, Physik. Institut.
245. „ Prof. Dr. O. Lehmann, Karlsruhe, Techn. Hochschule.
246. „ Dr. A. Lessing, Göttingen, Walkmühlenweg 27.
247. „ Prof. Dr. Th. Liebisch, Göttingen, Wilhelm-Weberstr. 17.
248. „ Prof. Dr. C. Linde, Thalkirchen bei München.
249. „ Dr. A. Lindemann, Güstrow i. Mecklenburg, Burgstrasse 7.
250. „ Prof. Dr. H. A. Lorentz, Leiden.

251. Herr Dr. Lüdeling, Potsdam, Meteor. Institut.
252. „ Dr. R. Luyken, Potsdam, Französischestrasse 1.
253. „ Prof. Dr. K. Mack, Hohenheim bei Stuttgart.
254. „ Dr. A. Mahlke, Magdeburg, Arndtstrasse 39.
255. „ Dr. M. Maier, Schaufling bei Deggendorf.
256. „ Dr. O. Martienssen, Breslau, Elsasserstrasse 10.
257. „ Dr. E. Marx, Frankfurt a. M., Parkstrasse 38.
258. „ A. Meiner, Leipzig, Rossplatz 17.
259. „ Dr. G. Melander, Helsingfors.
260. „ Prof. Dr. G. Meyer, Freiburg i. B., Dreisamstrasse 3.
261. „ Prof. Dr. O. E. Meyer, Breslau, Göppertstrasse 1.
262. „ Prof. Dr. G. Mie, Greifswald, Physik. Institut.
263. „ Dr. James Moser, Wien VIII/1 Laudongasse 25.
264. „ Prof. Dr. K. von der Mühll, Basel, Universität.
265. „ Dr. W. Müller-Erzbach, Bremen.
266. „ Prof. Dr. A. Müttrich, Eberswalde.
267. „ Prof. Dr. W. Nernst Göttingen, Herzberger Chaussee 13.
268. „ Prof. Dr. C. Neumann, Leipzig, Querstrasse 10/12.
269. „ Dr. A. Nippoldt, Potsdam, Meteorol.-Magnet. Observatorium.
270. „ Prof. Dr. A. v. Oettingen, Leipzig, Mozartstrasse 1.
271. „ Prof. Dr. W. Ostwald, Leipzig, Linnéstrasse 3.
272. „ Prof. Dr. J. Pernet, Zürich-Hottingen, Gloriastrasse 68.
273. „ Prof. Dr. L. Pfaundler, Graz.
274. „ Dr. A. Pflüger, Bonn, Physik. Institut.
275. „ Prof. Dr. R. Pictet, Adr. in Berlin, W., Bendlerstrasse 14.
276. „ Prof. Dr. Precht, Hannover, Techn. Hochschule.
277. „ E. Prümm, Braunschweig, Physik. Institut.
278. „ Prof. Dr. C. Pulfrich, Jena.
279. „ Prof. Dr. K. Prytz, Kopenhagen, Falkoneergaardsvej 12.
280. „ Prof. Dr. G. Quincke, Heidelberg, Friedrichsbau.
281. „ Prof. Dr. G. Recknagel, Augsburg.
282. „ Dr. W. Reiss, Schloss Könitz (Thüringen).
283. „ Ingenieur Renisch, Essen a. Ruhr.
284. „ Prof. Dr. F. Richarz, Marburg i. H.
285 „ Prof. Dr. E. Riecke, Göttingen.
286. „ Dr. R. Ritter, München, Georgenstrasse 13.
287. „ Prof. Dr. W. C. Röntgen, München, Physik. Institut.
288. „ Dr. M. v. Rohr, Jena, Wagnergasse 11.
289. „ Prof. Dr. J. Rosenthal, Erlangen.
290. „ Prof. Dr. R. Rühlmann, Doebeln i. Sachsen.
291. „ Prof. Dr. C. Runge, Hannover, Techn. Hochschule.
292. „ Prof. Dr. J. Scheiner, Potsdam, Astrophysikal. Observatorium.
293. „ Dr. R. Schenck, Marburg i. H., Universitätsstrasse.
294. „ Prof. Dr. K. Schering, Darmstadt, Grünerweg 10.
295. „ Dr. A. Schmidt, Gotha, Herrnwiesenweg.

296. Herr Prof. Dr. Schubert, Eberswalde, Forstakademie.
297. „ Dr. A. Schulze, Marburg i. H.
298. „ Dr. H. Siedentopf, Jena, Oberer Löbdergraben 11.
399. „ Prof. Dr. P. Silow, Warschau, Universität.
300. „ Dr. J. Spies, Potsdam, Waisenstrasse 36.
301. „ Prof. Dr. A. Sprung, Potsdam, Meteorol.-Magnet. Observ.
302. „ Dr. Joh. Stark, Göttingen, Herzberger Chaussee 19.
303. „ Dr. R. Straubel, Jena, Beethovenstrasse 2.
304. „ Prof. Dr. V. Strouhal, Prag, Clementinum.
305. „ Dr. R. Süring, Potsdam, Meteorol.-Magnet. Observatorium.
306. „ B. Tepelmann, Braunschweig, vor der Burg 18.
307. „ S. Tereschin, Petersburg, Nicolaewskaya 40.
308. „ Prof. Dr. W. von Uljanin, Kasan.
309. „ Dr. Usener, Wilhelmshaven.
310. „ Dr. Veillon, Basel, Physik. Institut.
311. „ Prof. Dr. H. C. Vogel, Potsdam, Astrophysik. Observat.
312. „ Prof. Dr. W. Voigt, Göttingen.
313. „ Prof. Dr. P. Volkmann, Königsberg i. Pr. Tragheim. Kirchenstr. 11.
314. „ Prof. Dr. A. Voller, Hamburg, Physik. Staatslaboratorium.
315. „ Prof. Dr. R. Wachsmuth, Rostock, Prinzenstrasse 4.
316. „ Prof. Dr. H. Weber, Braunschweig, Techn. Hochschule.
317. „ Prof. Dr. H. F. Weber, Zürich, Techn. Hochschule.
318. „ Prof. Dr. L. Weber, Kiel, Physik. Institut.
319. „ Dr. A. Wehnelt, Erlangen, Luitpoldstrasse 6.
320. „ Prof. Dr. E. Wiechert, Göttingen.
321. „ Prof. Dr. E. Wiedemann, Erlangen.
322. „ Prof. Dr. M. Wien, Aachen, Techn. Hochschule.
323. „ Prof. Dr. W. Wien, Würzburg, Physik. Institut.
324. „ Prof. Dr. O. Wiener, Leipzig, Thalstrasse 35.
325. „ Prof. Dr. J. Wilsing, Potsdam, Astrophysikal. Observatorium.
326. „ Prof. Dr. A. Winkelmann, Jena.
327. „ Dr. Wright, Karlsruhe, Rudolfstrasse 1.
328. „ Prof. Dr. A. Wüllner, Aachen, Techn. Hochschule.
329. „ Prof. Dr. W. v. Zahn, Leipzig-Plagwitz, Carl-Heinestrasse 33.
330. „ Dr. Ziegler, Dresden, Techn. Hochschule.
331. Die mathem.-physik. Sammlung des bayrischen Staates (Director: Prof. Dr. Groth in München).
332. Das Physik. Institut der Universität Leipzig.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Verhandlungen

der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft

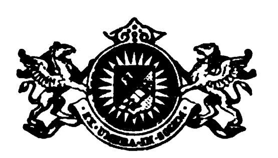
im Jahre 1902.

Vierter Jahrgang.

Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben

von

Karl Scheel.



Leipzig, 1902.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Inhaltsverzeichnis.*)

*) An den durch die fettgedruckten Seitenzahlen bezeichneten Stellen finden sich ausführlichere Mitteilungen über den betreffenden Gegenstand.

Jahrg. 4. **Nr. 1.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 10. Januar 1902.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Der Vorsitzende teilt mit, dass das von dem verstorbenen ehemaligen Mitgliede, Dr. F. JAGOR, der Gesellschaft vermachte Legat von 1000 Mark (Verhandlungen vom Jahre 1900, p. 71) nunmehr von dem Testamentsvollstrecker an die Kasse der Gesellschaft ausbezahlt und dem Capital-Conto gutgeschrieben worden ist.

Der Vorsitzende berichtet ferner, dass die Verlagsbuchhandlung von FRIEDR. VIEWEG & SOHN in Braunschweig dem Vorstande der Gesellschaft den Plan unterbreitet habe, unter dem Titel:

Die

Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Literaturverzeichnis

redigirt

von

Karl Scheel — Reine Physik

Richard Assmann — Kosmische Physik

vom 15. Januar 1902 ab ein nach Materien geordnetes Publicationsverzeichnis herauszugeben. Der Vorstand hat diesem Plan gern zugestimmt. Das neue Organ, welches in engster Beziehung zu den seit dem Jahre 1847 von der Ge-

sellschaft herausgegebenen „Fortschritten der Physik“ stehen und gewissermaassen deren Vorläufer bilden soll, wird nämlich die Berichterstattung auf physikalischem Gebiet in sehr zweckmässiger Weise in Hinsicht auf die Schnelligkeit ergänzen. In der That sollen zwar die „Fortschritte der Physik“ selbst, welche ihrem Inhalt nach durch das Literaturverzeichnis natürlich in keiner Weise beeinflusst werden, auch künftig, wie es schon im Vorjahr gelungen ist, stets in der ersten Hälfte des auf das Berichtsjahr folgenden Jahres ausgegeben werden; allein eine noch grössere Beschleunigung zu erreichen, ist unmöglich, weil sonst die „Fortschritte“ ihren wesentlichen Vorzug, über sämtliche Publicationen eines ganzen Jahres nach einheitlichem Gesichtspunkte zu berichten, verlieren würden.

Die Verlagsbuchhandlung von Friedr. Vieweg & Sohn hat sich erboten, das halbmonatliche Literaturverzeichnis den Mitgliedern der Gesellschaft zum Buchhändler-Nettopreise zu liefern. Auch wird die Gesellschaft aus dem Unternehmen einen pecuniären Nutzen ziehen, indem die Verlagsbuchhandlung künftig die Hälfte der nicht unbeträchtlichen Zeitschriftenrechnung der Gesellschaft auf ihr Conto übernehmen will.

Hr. **E. Gehrcke** trägt sodann vor

neuere Ergebnisse über die Auflösung feinster Spectrallinien

(nach gemeinschaftlich mit Hrn. **O. Lummer** ausgeführten Versuchen).

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Dr. H. von Steinwehr, Charlottenburg, Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

Hr. Dr. F. Henning, Charlottenburg, Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

(Beide vorgeschlagen durch Hrn. F. Kohlrausch.)

Hr. Dr. E. Gehrcke, Charlottenburg, Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

(Vorgeschlagen durch Hrn. O. Lummer.)

Hr. Oberlehrer Dr. Güntsche, Berlin W., Gleditschstrasse 39.

(Vorgeschlagen durch Hrn. E. Jahnke.)

Jahrg. 4. **Nr. 2.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 24. Januar 1902.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Hr. **E. Goldstein** trägt vor

über den Einfluss der Lichtbrechung auf Beobachtungen an GEISSLER'schen Röhren.

Hr. **A. Gleichen** bespricht sodann

die Scheitelkrümmung der Bilder auf der Netzhaut des Auges, unter Berücksichtigung der Linsenschichtung.

Hr. E. GOLDSTEIN legt endlich eine Mitteilung des Hrn. **Guido Holzknecht** in Wien

über die Erzeugung von Nachfarben durch Röntgenstrahlen

vor.

Als Mitglied wird in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Privatdozent Dr. K. SCHAUM in Marburg.

(Vorgeschlagen von Hrn. F. RICHARZ.)

Ueber den Einfluss der Lichtbrechung auf Beobachtungen an Geissler'schen Röhren;
von E. Goldstein.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 24. Januar 1902.)

(Vgl. oben S. 3.)

Die nachfolgenden sehr einfachen Versuche, die ich vor 22 Jahren im HELMHOLTZ'schen Laboratorium angestellt habe, gestatte ich mir jetzt mitzuteilen, weil sie zur Beseitigung einer Schwierigkeit geeignet erscheinen, die mehreren Beobachtern in neuester Zeit entgegengetreten ist, und weil mit ihrer Hülfe eine leichte Unterscheidung von Canalstrahlen und gewöhnlichen Kathodenstrahlen möglich ist, die anscheinend ebenfalls bisweilen auf Schwierigkeiten gestossen ist.

Verschiedene neuere Beobachter[1]) haben es schwer gefunden, zu bestimmen, ob gewisse von ihnen bemerkte Leuchterscheinungen bei Entladungen in evacuirten Glasgefässen ein Leuchten einer dünnen Wandschicht des Gases oder ein Leuchten der Innenwand des Glases darstellen. Daher möchte ich auf ein sehr einfaches Kriterium aufmerksam machen, das wenigstens bei allen bisher üblichen Gefässformen diese Unterscheidung mit einem Blick gestattet: Wenn in einem Entladungsrohr gasförmige Teilchen leuchten (gleichviel ob im Entladungsschlage selbst oder durch phosphorescirendes Nachleuchten), so erblickt man den Umriss des Leuchtens, wie zu erwarten, im Innern des Rohres. Leuchtet aber die innere Glaswand (z. B. durch Phosphorescenz), so erscheint dem Auge statt ihrer die Aussenwand leuchtend. Bei den zahllosen

---

1) Vgl. z. B. P. LEWIS, Ann. d. Phys. 2. 1900 u. BURKE, Phil. Mag. (6) 1. 1901.

Versuchen, die namentlich in den letzten Jahren über Entladungen in hohen Vacuis angestellt wurden, scheint dies nicht bemerkt worden zu sein. Unter ganz speciellen Versuchsbedingungen hat ein einziger Beobachter die Erscheinung wahrgenommen, sie aber irrtümlich auf diese speciellen Bedingungen bezogen und sie aus ihnen zu erklären gesucht. Dies ist Hr. E. Wiedemann, der im Jahre 1880 schreibt[1]: „Leitet man durch ein Entladungsrohr von grosser Wanddicke den positiven Strom einer Holtz'schen Maschine, schaltet in den Stromkreis eine Funkenstrecke, sodass die Entladungen in einem solchen Rhythmus erfolgen, dass sie im Rohre durch die Finger aus ihrer Bahn abgelenkt werden, so tritt an der Innenseite des Rohres nur ein schwaches, an der Aussenseite dagegen ein sehr helles grünes Phosphorescenzlicht auf. . . . Das Phosphorescenzlicht zeigt sich indess nicht stets hauptsächlich an der Aussenfläche der Glasröhren, sondern nur bei Röhren von grösseren Weiten; bei engen, besonders Capillarröhren dagegen leuchtet nur die Innenwand." Dass bei den weiten Röhren die Aussenwand leuchtet, soll nun damit zusammenhängen, dass bei weiten Röhren die Entladung durch den Finger an die Glaswand gedrückt wird, während sie bei den engen durch einen dunkeln Raum von der Wand getrennt bleibt, „und nun wohl in diesem die Vorgänge in derselben Weise sich abspielen, wie in jenem innerhalb der Glaswand, sodass die äussere Seite dieses dunkeln Raumes der äusseren Seite der Glasröhre entspricht".

Zunächst bemerke ich, dass das Auftreten von Aussenlicht an der Glaswand durchaus nicht an die von Wiedemann angegebenen Versuchsbedingungen gebunden ist, sondern dass ganz allgemein, so oft die Innenwand des Glases zum Leuchten erregt wird, gleichviel ob durch positives Licht oder durch Kathodenstrahlen, mit oder ohne Funkeneinschaltung, mit oder ohne Annäherung eines ableitenden und ablenkenden Körpers, die Aussenwand, in den weiterhin zu definirenden Grenzen, leuchtend erscheint. Da das kräftigste Phosphorescenzlicht durch Kathodenstrahlen verursacht wird, so benutzt man am besten die letzteren zur Anstellung der weiterhin zu erwähnen-

---

1) E. Wiedemann, Wied. Ann. 9. p. 159. 1880.

den Versuche, indem man beispielsweise das Leuchten der cylindrischen Gefässwand um eine in der Rohraxe liegende Drahtkathode beobachtet.

Die ganze Erscheinung des Leuchtens der Aussenwand beruht nun aber lediglich auf einer optischen Täuschung. Den Eindruck, dass dem so sei, hatte ich beim ersten Lesen der WIEDEMANN'schen Arbeit, und da ich vermutete, dass die Täuschung irgendwie mit totaler Reflexion der Lichtstrahlen zusammenhinge, tauchte ich ein scheinbar aussen leuchtendes Entladungsrohr in Schwefelkohlenstoff, weil an der Grenze eines stärker als Glas brechenden Mediums keine totale Reflexion mehr zu stande kommen kann. In der That erschien die Aussenwand der Röhre dann wieder nichtleuchtend, und das Phosphorescenzlicht war ins Innere des Rohres versetzt.

HELMHOLTZ, in dessen Laboratorium ich damals (1880) arbeitete und dem ich meine Auffassung der WIEDEMANN'schen Beobachtung mitteilte, gab mir sogleich die genauere Erklärung, etwa in folgender Form:

Ob die Aussenwand für leuchtend gehalten wird oder nicht, hängt von dem Wege ab, den das Licht der phosphorescirenden Innenwand bis zum Auge zurücklegt. Tritt das Licht streifend zur Aussenwand aus, so wird die Aussenwand als Lichtquelle angesehen. Dabei verläuft der streifend austretende Strahl im Innern der Wandung stets unter dem Grenzwinkel der totalen Reflexion.

Man braucht die HELMHOLTZ'sche Erklärung nur noch in eine Formel umzusetzen, um das Phänomen auch quantitativ verfolgen zu können.

In der That, verfolgt man den ins Auge gelangenden, zur äusseren Rohrwand tangentialen Strahl rückwärts ins Innere, so sind drei Fälle möglich, entweder dass der innen unter dem Grenzwinkel der totalen Reflexion verlaufende Strahl die leuchtende Innenwand streifend trifft, oder dass er dieselbe schneidet, oder dass er an ihr, ohne sie zu treffen, vorübergeht.

Im ersten Falle ist, wenn (Fig. 1a) ϱ den Radius des Röhrenlumens, d die Dicke der Glaswand bedeutet,

$$\frac{\varrho}{\varrho + d} = \sin x .$$

Da x aber der Grenzwinkel der totalen Reflexion ist, so ist

$$\sin x = \frac{1}{n},$$

wenn n der Brechungsexponent des Glases ist. Demnach ist $d = \varrho(n - 1)$.

Im zweiten Falle, wo d kleiner, der Winkel x also grösser ist als im ersten, kann der von der leuchtenden Innenwand tangential ausgehende Strahl an der Aussenwand nicht mehr austreten, sondern wird total reflectirt. Dann existirt aber immer ein Strahl von einer anderen Stelle der phosphores-

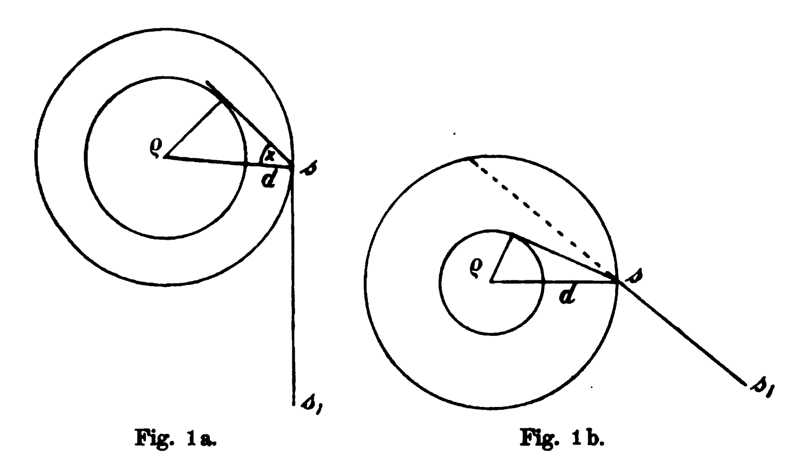


Fig. 1a. Fig. 1b.

cirenden Innenwand, der bei s unter dem Grenzwinkel auftrifft, also aussen tangential in der Richtung $s\,s_1$ verläuft.

Der Anschein des Leuchtens der Aussenwand besteht also, solange $d \gtreqless \varrho(n - 1)$ und da n für Röhrenglas sehr nahe 1,5 ist, so folgt, dass die beschriebene Erscheinung sich darbieten muss, solange die Wanddicke höchstens gleich $\varrho/2$, also höchstens gleich dem vierten Teil der lichten Rohrweite ist.

Ist die Wand dicker, tritt also der dritte Fall ein, so trifft (Fig. 1b) das Phosphorescenzlicht bei s stets unter kleineren Winkeln als der Grenzwinkel auf, das Licht tritt schräg aus, das Auge verlegt den Umriss des Leuchtens wieder in die Richtung des austretenden Strahles, daher diesmal an eine Stelle zwischen der Innen- und der Aussenwand.

Die Beziehung $d \gtreqless \varrho/2$ zeigt zunächst, dass das (scheinbare) Leuchten der Aussenwand keineswegs, wie die WIEDEMANN'sche Arbeit annimmt, auf weite Röhren beschränkt ist, sondern dass es lediglich auf das Verhältnis von Wanddicke zur lichten Weite ankommt. An und für sich kann die Erscheinung auch an engen Röhren auftreten und an beliebig weiten Röhren fehlen. Dass man sie an den für Entladungsgefässen gemeinhin verarbeiteten weiten Röhren stets wahrnimmt, liegt nur daran, dass diese weiten Röhren aus praktischen Gründen stets relativ schwachwandig sind. Umgekehrt werden Capillarröhren, die als Teile von Entladungsgefässen dienen, im Verhältnis zur lichten Weite sehr dickwandig gewählt, weil sie sonst leicht abbrechen würden. Da alsdann $d > (\varrho/2)$ ist, so liegt bei solchen Capillarröhren das Leuchten im Innern.

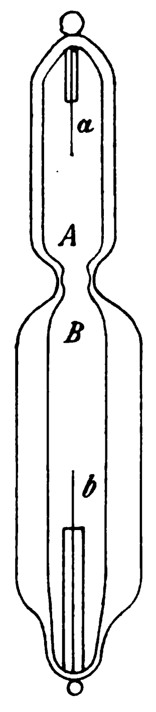


Fig. 2.

Man begreift auch, dass das Leuchten nicht einfach entweder an der Aussenwand oder an der Innenwand erscheint, sondern wenn die Wanddicke über den Wert $\varrho/2$ successiv wächst, so wandert der scheinbare Umriss des Phosphorescenzlichtes succesiv mehr und mehr von der Aussenwand der Innenwand zu.

Im allgemeinen nimmt man dann also drei Umrisslinien wahr: die der äusseren Glaswand, die der phosphorescirenden Schicht und die der inneren Glaswand. Der letztere Umriss fällt zusammen mit dem Umriss der leuchtenden Gassäule, falls diese bis zur Glaswand reicht.

Die Beobachtungen sind mit der dargelegten Auffassung durchaus im Einklang.

Die Röhre Fig. 2 hat in ihren beiden Cylindern A und B gleiches Lumen von 11 mm. Der Cylinder A hat eine Wanddicke von $2\,^1/_2$ mm, B von 6 mm. Dementsprechend erblickt man, wenn a Kathode ist, das grüne Phosphorescenzlicht an der Aussenwand. Ist aber b Kathode, so erscheint

der Umriss des Phosphorescenzlichtes zwischen Aussen- und Innenwand.

Die WIEDEMANN'sche Arbeit führt als Stütze der Annahme, dass das Leuchten wirklich der Aussenwand angehört, noch an, dass wenn man an Stelle einer einfachen Entladungsröhre einen durch Fett gedichteten Schliff verwendet, „das Phosphorescenzlicht dann an der Grenze des inneren Teiles des Schliffes und des Fettes auftritt". In dieser Allgemeinheit ist die Angabe nicht zutreffend. Es kommt eben ganz darauf an, wie gross die Wanddicke des inneren Schliffstückes plus der Stärke der aufgeschliffenen Hülse im Verhältnis zum Lumen des hohlen Schliffzapfens ist. Hr. WIEDEMANN muss eine relativ sehr dicke Hülse benutzt haben, um die scheinbare Bestätigung seiner Auffassung zu erhalten. In der hier aufgestellten Röhre (Fig. 3) ist auf den schwach conischen Mantel[1]), der im Mittel etwa 3 cm Durchmesser bei 1 mm Wandstärke hat, um die Kathode eine Glashülse von 2 mm Wandstärke aufgeschliffen, die gefettet glatt anschliesst. Das Phosphorescenzlicht erscheint dann an die Aussenseite der Hülse versetzt.

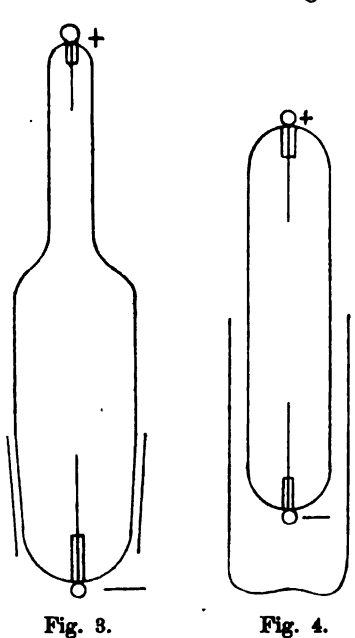


Fig. 3. Fig. 4.

Sehr anschaulich wird die Thatsache, dass das Leuchten der Aussenwand nur auf einer optischen Täuschung beruht, bei einer Anordnung, in der man zwischen beide Wände eine Wasserschicht von relativ beträchtlicher Dicke bringen kann. Die 4 cm weite, dünnwandige Röhre Fig. 4 taucht mit dem

1) Die obigen Darlegungen gelten naturgemäss für alle Gefässe, deren Begrenzungen conaxiale Rotationsflächen sind.

Kathodenteil in ein 5 $^1/_2$ cm weites conaxiales dünnwandiges Becherglas. Der Zwischenraum wird mit Wasser ausgefüllt. Dann erscheint die Aussenwand des Becherglases grünleuchtend. Umgekehrt kann man durch Eintauchen in Wasser unter Umständen die Grenze des Phosphorescenzlichtes auch ins Innere der Rohrwand verlegen. Dies wird dann stattfinden, wenn $d > \varrho\,(n' - 1)$ ist, wo n' sich auf die Brechung aus Glas in Wasser bezieht. Da $n' < n$, so tritt bei einer Wandstärke, die für Luft noch einen streifenden Strahl gestattet, in Wasser statt des streifenden ein schräg verlaufender Strahl auf, der die Leuchtgrenze zwischen ϱ und $\varrho + d$ erscheinen lässt. —

Magnesiumplatincyanür existirt bekanntlich in mehreren Modificationen von verschiedenem Krystallwassergehalt. Mit Ausnahme der wasserreichsten, roten Modification geben sie im Kathodenlicht und auch im positiven Licht der Entladung intensives Phosphorescenzlicht, dessen Farbe mit dem Wassergehalt des Salzes und auch mit seiner Temperatur wechselt. Dunstet man nun eine verdünnte Lösung von Magnesiumplatincyanür auf Teilen der inneren Wandung einer Entladungsröhre ab, und entwässert so stark, dass die phosphorescirenden Modificationen entstehen, so erblickt man beim Durchgang der Entladung, das blaue, gelbe, gelbgrüne etc. Licht des innen gelagerten Salzes scheinbar an der Aussenwand. —

Bei einer hier aufgestellten Röhre aus gewöhnlichem grün phosphorescirenden Glase habe ich auf die Innenwand einen sehr dünnen Splitter von rot phosphorescirendem Glase aufschmelzen lassen. Würde wirklich die Aussenwand leuchten, so müsste auch da, wo der Splitter aufliegt, das Licht grün erscheinen. Statt dessen erscheint die Aussenwand dort rotleuchtend.[1] —

Man könnte nun fragen, ob nicht unter gewissen Umständen auch das Leuchten des Gases scheinbar an die Aussenwand versetzt werden kann. Aber man erkennt leicht durch Construction oder einfache Rechnung, dass dies nicht möglich ist, wenn das innere Medium denselben oder kleineren Brechungs-

---

1) Die rotleuchtende Glassorte kann von Hrn. R. Müller-Uri in Braunschweig bezogen werden. Bei dem ursprünglichen Versuch (1880) war mit entsprechendem Erfolg innen ein Häutchen von blauleuchtendem Glas aufgeschmolzen.

exponenten hat als das äussere Medium, also als Luft. Erst wenn der Brechungsexponent des inneren Mediums so gross wird, dass der nach rückwärts verfolgte, aussen streifend verlaufende Strahl an der Grenze des inneren Mediums nicht mehr total reflectirt wird, kann auch aus dem inneren Medium ein Strahl in das äussere streifend austreten. Die Grenzfläche tropfbarer Flüssigkeiten kann daher, entsprechend alltäglichen Erfahrungen, an die Aussenwand von Gefässen versetzt erscheinen, die von Rotationsflächen begrenzt sind (Trinkgläser, Flaschen etc.)

Für Gasentladungen hat sich also ergeben, dass, sobald die Aussenwand leuchtend erscheint, es sich in Wirklichkeit um ein Leuchten der festen Innenwand handelt. Dagegen kann das Leuchten von Gasteilchen, mögen dieselben der Innenwand auch noch so nahe liegen, auch bei Röhren, die der Bedingung $d \gtreqless (\varrho / 2)$ genügen, niemals aussen erscheinen, sondern liegt stets im Innern. Hierauf beruht ein Merkmal zur leichten Erkennung von Canalstrahlen. Die Canalstrahlen erzeugen an der Oberfläche aller von ihnen getroffenen natriumhaltigen Substanzen bei geringer Gasdichte ein goldgelbes Leuchten, das im Spectrum die D-Linie hell zeigt. Dieses Leuchten rufen die Canalstrahlen z. B. dicht an der Wandung der Glasröhren hervor, in denen man sie erzeugt. Da das Leuchten aber das Licht vergasten Natriums ist, so erscheint dieses gelbe, von den Canalstrahlen erzeugte Leuchten stets an der Innenwand, das Leuchten, das die gewöhnlichen Kathodenstrahlen verursachen, an der Aussenwand. In Zweifelsfällen kann man beide Strahlenarten hierdurch sicher unterscheiden.

In meiner vorigen Mitteilung über Canalstrahlen hatte ich nochmals darauf aufmerksam gemacht[1]), wie gering der Anteil von Phosphorescenzlicht des Glases ist, den die Canalstrahlen erzeugen. Mittels der heut beschriebenen Phänomene kann man sich davon deutlich überzeugen. Denn die beiden Componenten des Leuchtens, das die Canalstrahlen erzeugen, müssen nach dem Mitgeteilten räumlich auseinander gelegt werden:

---

1) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 209. 1902.

das gelbe Licht des Natriumdampfes bleibt an der Innenwand, das grüne Leuchten des Glases wandert scheinbar nach aussen, sodass beide um die Dicke der Glaswand getrennt erscheinen. Man sieht an der hier aufgestellten Röhre mit Canalstrahlen (Fig. 1 der vorigen Mitteilung) wie hell das goldgelbe Licht im Innern, und wie äusserst matt das grüne Licht aussen ist.

Es wäre also vielleicht nicht unzweckmässig, wenn man in allen Fällen, wo es zweifelhaft sein kann, ob man es mit Canalstrahlen oder mit gewöhnlichen Kathodenstrahlen zu thun hat, auf dieses Kriterium achten und es in der Beschreibung erwähnen würde. Das genauere Verständnis mancher Arbeiten würde dann erleichtert werden.

Die Scheitelkrümmung der Bilder auf der Netzhaut des Auges unter Berücksichtigung der Linsenschichtung;

von A. Gleichen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 24. Januar 1902.)

(Vgl. oben S. 8.)

Solange man in der Dioptrik des menschlichen Auges den Berechnungen ein schematisches Auge mit einer homogenen Linse zu Grunde legte, war es unmöglich, sich eine Vorstellung von dem optischen Correctionszustand dieses wichtigsten aller optischen Instrumente zu machen. Man konnte wohl ungefähr die Lage der Haupt- und Knotenpunkte bestimmen und so einen Ueberblick über die Grösse und Lage der durch die mehrfachen Brechungen erzeugten Bilder gewinnen, aber über die optische Qualität dieser Bilder musste man vollkommen im Dunkeln bleiben. Der intimere Strahlengang im Auge wird ganz wesentlich beeinflusst durch die Schichtungen der Krystalllinse; diese Schichtungen bestehen in einer continuirlichen Zunahme des Brechungsexponenten der Linsensubstanz von den beiderseitigen Oberflächen nach dem Kern zu; ausserdem macht sich noch der Umstand geltend, dass die in Frage kommenden brechenden Flächen, insbesondere die Hornhaut, häufig nicht sphärisch, sondern ellipsoidisch bez. paraboloidisch sich zeigen. Das Gesetz der Schichtungen ist nun durch L. Matthiessen in Rostock aufgefunden und durch vielfache Messungen als richtig bestätigt. Ausser auf die grosse Anzahl von Specialabhandlungen dieses Autors verweisen wir insbesondere auf sein Werk: „Beiträge zur Dioptrik der Krystalllinse", Wiesbaden, 4 Folgen. Von Matthiessen und seinen Schülern sind dann auch die mathematisch-optischen Consequenzen gezogen worden; so gelang die Aufstellung der Differentialgleichung, die den Weg eines Lichtstrahles durch die geschichtete Linse

bestimmt, sowie die Integration derselben.[1]) Dadurch ergab sich dann die wahre Lage der Haupt- und Knotenpunkte für Paraxialstrahlen, die Lage der primären und secundären Brennlinie für unendlich dünne Bündel, die unter endlichem Winkel den Linsenkern durchdringen (Periskopie des Auges) und schliesslich die Thatsache, dass bei dem angenommenen Gesetz der Schichtungen, die sphärische Aberration gegenüber dem schematischen Auge ausserordentlich vermindert ist. Eine grosse Reihe von Augen anderer Wirbeltiere wurden mit demselben Erfolge derartigen Rechnungen unterworfen. Es ist ausserordentlich bedauernswert, dass diesen mit so vielem Scharfsinn und vieler Mühe ausgeführten Arbeiten fast alle deutschen Ophthalmologen gänzlich indifferent gegenüberstehen, sodass man in den meisten Specialwerken über Ophthalmologie kaum einen Hinweis darauf findet.

Im Folgenden soll nun auf Grund des MATTHIESSEN'schen Gesetzes die Krümmung der Bilder auf der Netzhaut untersucht werden, d. h. es soll unter der Voraussetzung, dass das Object ein Rotationskörper zur optischen Axe ist, diejenige Fläche gesucht werden, auf welcher in erster Annäherung das Bild sich befindet. Wir wollen diese Untersuchung mittels des sogenannten PETZVAL'schen Theorems führen. Da aber dieses Theorem in der Literatur die verschiedenste Beurteilung erfahren hat, so sei es gestattet, hier einige historische Notizen vorauszuschicken.

PETZVAL veröffentlichte in seinem „Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen" PESTH 1843, folgenden Satz:

Unter Voraussetzung eines planen, axensenkrechten Objectes ist der reciproke Wert des Krümmungshalbmessers R' des Bildes am Scheitel gleich der Summe der Producte aus den reciproken Werten der Brennweiten $1/f_k$ in die reciproken Werte der Brechungsexponenten $1/n_k$ der einzelnen Bestandlinsen.

Unter der Voraussetzung von m Linsen hat man also:

$$\frac{1}{R'} = \sum_{k=1}^{k=m} \frac{1}{n_k f_k}. \tag{1}$$

1) Vgl. auch L. HERMANN, Pflüger's Archiv 18. p. 443—455. 1878; 20. p. 370—387. 1879; 27. p. 291—319. 1882.

Dabei wird definirt

$$\frac{1}{f_k} = (n_k - 1)\left(\frac{1}{r_k} - \frac{1}{r_k'}\right), \tag{2}$$

wenn r_k und r_k' vorderer und hinterer Radius der k^{ten} Linse ist.

Da PETZVAL keinen Beweis für seinen Satz gab, so konnte es fraglich sein, ob das Theorem allgemeingültig ist, oder ob es sich nur auf ein System unendlich dünner, im Contact befindlicher Linsen bezog.

Zwanzig Jahre später als PETZVAL behandelte ZINKEN-SOMMER das Problem der Bildkrümmung.[1] Ausgehend von der Brechung an einer Fläche machte er die Annahme, dass alle Axen der die Abbildung vermittelnden Bündel sowohl im Objectraum wie im Bildraum durch je einen bestimmten Punkt der optischen Axe gehen sollten; im Sinne der ABBE'schen Theorie der Strahlenbegrenzung würde man sagen, dass die Bündelaxen die Mittelpunkte der Ein- und Austrittspupille passiren müssen. Unter diesen Voraussetzungen zerfällt jedes als unendlich dünn angenommene Bündel in einen sagittalen und in einen meridionalen Teil; es giebt demnach zwei „astigmatische Rotationsbildflächen" und dementsprechend zwei Krümmungsradien am Scheitel.

Durch Summation über alle vorhandenen brechenden Flächen ergiebt sich die Differenz der reciproken Krümmungsradien im Bildraum und im Objectraum. Besonders elegant werden die Ausdrücke durch Einführung der optischen Invarianten.[2]

Sind für irgend eine beliebige brechende Fläche s und s' die axialen Schnittweiten des Bild- und Objectpunktes für Paraxialstrahlen, x und x' die analogen Grössen für die Kreuzungspunkte der Hauptaxen, so sind die entsprechenden Invarianten:

$$Q_s = n\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{s}\right) = n'\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{s'}\right), \tag{3}$$

$$Q_x = n\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x}\right) = n'\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x'}\right), \tag{4}$$

---

1) H. ZINKEN-SOMMER, Pogg. Ann. 122. p. 563. 1864 und ferner: Untersuchungen über die Dioptrik der Linsensysteme. Braunschweig 1870. p. 51.

2) Vgl. S. CZAPSKI, Theorie der optischen Instrumente nach ABBE. Breslau 1893.

wo r der Radius der in Frage kommenden Fläche und n und n' die Brechungsexponenten links und rechts von dieser Fläche sind. Sind nun R und R' Krümmungsradius des Objectes und des Bildes, n_1 und n_1' die Brechungsexponenten im ersten und letzten Medium, so werden die Formeln von ZINKEN-SOMMER:

a) für die sagittale Bildfläche

$$\frac{1}{n_1' R_s'} - \frac{1}{n_1 R} = A - B; \tag{5}$$

b) für die meridionale Bildfläche

$$\frac{1}{n_1' R_m'} - \frac{1}{n_1 R} = A - 3B, \tag{6}$$

wo

$$A = \sum \frac{1}{r} \cdot \left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n}\right), \tag{7}$$

$$B = \sum \left(\frac{Q_x}{Q_x - Q_s}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{n' s'} - \frac{1}{n s}\right) \tag{8}$$

ist.

Aus (5) und (6) lassen sich R_s' und R_m', die Scheitelkrümmungsradien der sagittalen und meridionalen astigmatischen Bildflächen, berechnen. Sollen diese Radien für ein ebenes Object ($R = \infty$) selbst unendlich werden, so muss man einzeln haben $A = 0$ und $B = 0$.

Der Ausdruck (7) für A ist aber, wie man sich durch eine leichte Transformation überzeugt, nichts weiter als der unter (1) angegebene PETZVAL'sche Satz; hiernach ist also zur Erzielung der Bildebenung die Petzvalbedingung für ein beliebiges System zwar notwendig, aber nicht hinreichend. Dies ist im wesentlichen die im Lehrbuch von CZAPSKI vertretene Ansicht, auf welche auch in MÜLLER-POUILLET's Lehrbuch der Physik, Bd. 2, p. 760 (neunte Auflage, bearbeitet unter Mitwirkung von Dr. OTTO LUMMER, 1897) hingewiesen wird. Noch radicaler urteilt ZINKEN-SOMMER, indem die Petzvalbedingung nach seiner Ansicht nur dann einen Sinn hätte, wenn sämtliche Kugelflächen des brechenden Systems einen gemeinsamen Mittelpunkt haben, durch welchen die Bündelaxen sämtlich hindurch gehen. Für diesen Fall werden in der That in Gleichung (4) die Grössen x und x' dem Radius r gleich, und zwar würde dies Verhalten für alle Flächen ein-

treten, sodass also $Q_x = 0$ für alle Brechungen statt hat. Demzufolge wäre dann auch $B = 0$ und man gelangte auf diese Weise zur Petzvalbedingung $A = 0$ zurück. Um die Verwirrung noch zu vergrössern, begleitet v. Rohr in dem Werke „Theorie und Geschichte des photographischen Objectivs", Berlin 1899, p. 268 das Petzval'sche Theorem mit der Anmerkung, dass es nur als Annäherung anzusehen sei, da es unter der Annahme unendlich dünner Linsen hergeleitet sei. Eine theoretisch gesicherte Stellung konnte auf diese Weise das Petzval'sche Theorem nicht erlangen; es wurde nur gestützt durch die Autorität Petzval selbst, der es als allgemeingültig bezeichnete. Allerdings wiesen verschiedene Optiker auf die praktische Bedeutung des Theorems hin, wie z. B. Dr. Hugo Schröder, und es ist auch mehrmals Gegenstand von Patentanmeldungen geworden, wie z. B. durch den englischen Optiker Taylor und in allerneuester Zeit durch Steinheil in München. In der That erfüllen fast alle modernen photographischen Objective mit anastigmatischer Bildwölbung die Petzvalbedingung sehr nahe, und in Verbindung mit der Bedingung für die Achromasie wird man durch sie bekanntlich auf ein Crownglas hingewiesen, dessen Brechungsexponent höher ist als der des compensirenden Flintglases. In der That findet dieses hochbrechende Crown, das zu Petzval's Zeit noch unbekannt war, jetzt fast in allen modernen Objectivconstructionen Verwendung.

Die verschiedenartige Beurteilung, welche unser Theorem in der Literatur erfahren, hängt offenbar damit zusammen, dass man es seit Zinken-Sommer in Zusammenhang bringen wollte mit der Annahme, dass die Axen der abbildenden Bündel durch vorgeschriebene Axenpunkte gehen sollen. Dies lag um so näher, als ja in der That, wie wir oben sahen, der analytische Ausdruck des Petzval'schen Satzes als Summand in jenen Formeln erschien. Thatsächlich aber ist das Petzval'sche Theorem ein ganz selbständiger Satz und kann volle Allgemeingültigkeit für ein beliebiges centrirtes System beanspruchen. Denkt man sich nämlich von einem axennahen Objectpunkt auf die erste Fläche eines centrirten Systems mit weiter Oeffnung unendlich viele Strahlen fallen, so werden diese nach der ersten Brechung eine Brennfläche mit einer

Spitze bilden, d. h. mit einem Punkte, in welchem die Strahlenvereinigung von einem höheren Grade ist wie in den übrigen Punkten der Fläche. Durch die Brechung dieses Strahlensystems an der zweiten Fläche werden sich zwar alle Maassbeziehungen ändern, aber die Eigentümlichkeit, eine Spitze zu bilden, wird erhalten bleiben. Auf diese Weise entsteht, selbst nach beliebig vielen Brechungen im Bildraum, eine kaustische Spitze, welche als auffangbares Bild des in Frage kommenden Objectpunktes angesehen werden muss. Vorausgesetzt ist hierbei natürlich, dass das System den nötigen Spielraum zur Bildung einer kaustischen Spitze gestattet und nicht durch zu kleine Blenden eingeengt ist. Wir denken uns als Object eine Rotationsfläche zur optischen Axe, die wir uns im Scheitel durch die Krümmungskugel mit dem Radius R ersetzt denken. Jeder Punkt dieser Kugel in der Axennähe giebt Veranlassung zur Bildung einer Spitze im Bildraum, und die analytische Behandlung des Problems ergiebt das Resultat, dass der Inbegriff dieser Spitzen im Bildraum wieder eine Kugel mit dem Radius R' ist, welcher bestimmt ist durch die Gleichung:

$$\frac{1}{n_1 R} - \frac{1}{n_1' R'} = \sum \frac{1}{r}\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n'}\right), \tag{9}$$ [1])

wo die Bedeutung der Grössen n, n', n_1, n_1' und r dieselbe ist, wie in den Formeln (3), (4), (5).

Durch eine leichte Transformation, wenn man noch $R = \infty$ setzt, geht (9) in das Petzval'sche Theorem [Gleichungen (1) und (2)] über.

Der Ausdruck

$$\sum \frac{1}{r}\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n'}\right) = 0$$

ist also die hinreichende und notwendige Bedingung dafür, dass ein ebenes Object wieder ein am Scheitel ebenes auffangbares Bild liefert, unter der Voraussetzung allerdings, dass keine (unendlich) engen Blenden den Bündelaxen einen Zwang auferlegen. Mit der Zinken-Sommer'schen Problemstellung hat dieser Satz direct gar keine Beziehung, denn hier ist eine punktweise Abbildung (mittels kaustischer Spitzen) bei freier

1) Ueber die analytische Entwickelung vgl. A. Gleichen, Lehrbuch der geometrischen Optik, p. 218 u. f. Leipzig 1902.

Oeffnung, dort die zwangsweise Passage durch (wenigstens theoretisch) unendlich enge Blendenöffnungen vorausgesetzt, wobei die Bilderzeugung mittels Strahlenvereinigungen geringer Grade unter astigmatischen Deformationen vor sich geht. Welcher von beiden Gesichtspunkten bei einem speciellen optischen Problem zu vertreten ist, ergiebt sich aus dem Zwecke, welchem das betreffende Instrument dienen soll. Bei weitgeöffneten Objectiven muss die PETZVAL'sche, bei photographischen Weitwinkeln und Ocularen z. B. die ZINKEN-SOMMER'sche Anschauung Platz greifen.

Wir wollen dies gegensätzliche Verhalten noch an dem einfachen Beispiele des Hohlspiegels näher ausführen. Die blosse Anschauung lässt hier erkennen, dass, wenn keine Blendung vorhanden ist, das Bild eines sehr entfernten ebenen Objectes sich auf einer Kugel vom Radius $r/2$ (Spiegelradius gleich r) befindet; dies entspricht der PETZVAL'schen Formel. Befindet sich nun im Abstande x' vom Spiegel auf der Axe die Pupille eines Auges, welches das reelle Bild betrachtet, so ist damit ein gezwungener Strahlengang geschaffen, indem die Augenpupille zugleich als Austrittspupille des Systems wirkt. Hier treten also die ZINKEN-SOMMER'schen Formeln in Kraft. Für die Reflexion hat man bekanntlich $n' = -n$ zu setzen und findet aus den Formeln (3) bis (8)

$$A = -\frac{2}{n\,r}, \quad Q_x = -n\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x'}\right), \quad Q_s = \frac{n}{r},$$

$$B = \left(\frac{x'-r}{2\,x'-r}\right)^2 \frac{2}{n\,.\,r}.$$

Demnach wird der Krümmungsradius R' des sagittalen Bildes bestimmt durch:

$$\frac{1}{R'} = \frac{2}{r} + \left(\frac{x'-r}{2\,x'-r}\right)^2 \frac{2}{r}$$

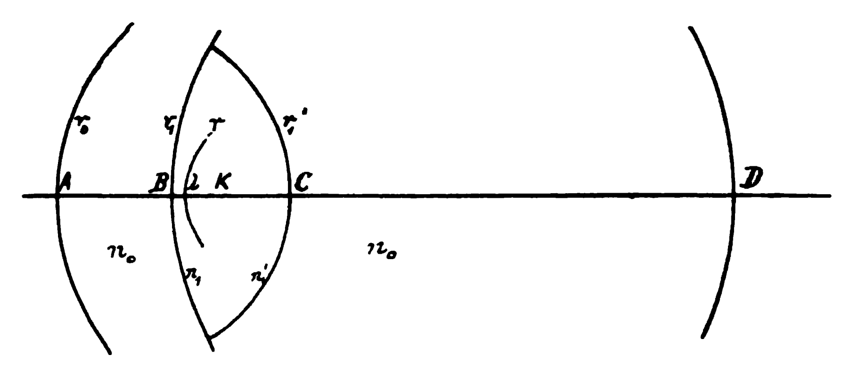
und der des meridionalen Bildes durch:

$$\frac{1}{R''} = \frac{2}{r} + 3\cdot\left(\frac{x'-r}{2\,x'-r}\right)^2 \frac{2}{r}.$$

Nach dem, was wir über die Bedeutung der PETZVAL'schen Formel klargestellt haben, gilt sie für alle Objective mit relativ grosser Oeffnung. Hierzu gehört auch das menschliche Auge. Bei einer hinteren Brennweite von ca. 20 mm beträgt die

Oeffnung bei normaler Tagesbeleuchtung ca. 5 mm, im Dunkeln sogar über 8 mm; es steht also mit den lichtstärksten photographischen Objectiven auf einer Stufe. Um nun die Scheitelkrümmung der Bilder auf der Netzhaut zu berechnen, sei in der schematischen Figur AD die optische Axe, der Kreis bei A stelle die Hornhaut, bei B die vordere, bei C die hintere Linsenfläche, bei D die Netzhaut dar. Die Abweichung des inneren Hornhautradius vom äusseren vernachlässigen wir, weil diese Abweichung zahlenmässig nicht genau bekannt und ihr Einfluss auf das von uns gesuchte Resultat jedenfalls unmerklich ist. Wir wählen folgende Bezeichnungen:

Vorderer Radius der Hornhaut r_0, Brechungsexponent der vorderen Augenkammer n_0, Radius der vorderen Linsenfläche r_1,



Brechungsexponent der vorderen Corticalschicht der Linse n_1, Brechungsexponent für die hintere Corticalschicht n_1', Radius der hinteren Linsenfläche r_1', Brechungsexponenten des Glaskörpers übereinstimmend mit dem Exponenten der vorderen Augenkammer n_0, Radius des Objectes im Scheitel R, Radius des Bildes im Scheitel R', Brechungsexponent der Luft gleich 1.

Von B an steigt der Brechungsexponent continuirlich bis zum Linsenkern K, um von da an bis C wieder herabzusinken. Setzen wir wie in der Figur die Strecken $BK = b$ und $CK = b'$ und ferner für einen beliebigen Punkt λ innerhalb der geschichteten Linse $\lambda K = y$, so ist nach dem Gesetz von Matthiessen der Brechungsexponent n im Punkte λ bestimmt durch

$$n = \alpha - \beta \left(\frac{y}{b}\right)^2 . \tag{10}$$

Habe ferner die brechende Linsenschicht in λ den Radius r, so folgt noch wegen der ähnlichen und homothetischen Lage der Linsenschichten

$$\frac{r}{r_1} = \frac{y}{b}. \tag{11}$$

Die Anwendung der PETZVAL'schen Gleichung (9) giebt nun sofort folgende Krümmungsanteile, indem man die dort gewählten Zeichen den hier vorliegenden Bezeichnungen sinngemäss anpasst:

I. Krümmungsanteil für die Hornhaut

$$M_1 = \frac{1}{r_0}\left(1 - \frac{1}{n_0}\right).$$

II. Krümmungsanteil für die vordere und hintere Corticalschicht

$$M_2 = \frac{1}{r_1}\left(\frac{1}{n_0} - \frac{1}{n_1}\right) + \frac{1}{r_1'}\left(\frac{1}{n_1'} - \frac{1}{n_0}\right).$$

III. Krümmungsanteil, bedingt durch die vordere geschichtete Linsenhälfte (von B bis K in der Figur). Die Lamellen mit dem Radius r in der vorderen Linsenhälfte, welche bei λ von der optischen Axe geschnitten wird, habe vor sich den Brechungsexponenten n, hinter sich $n + dn$, dann ist der durch sie erzeugte Krümmungsanteil

$$\frac{1}{r}\cdot\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n + dn}\right) = \frac{dn}{rn^2} \tag{12}$$

und der ganze von der vorderen Linsenhälfte gelieferte Beitrag

$$M = \int \frac{dn}{r \cdot n^2}. \tag{13}$$

Nach (10) und (11) ist nun, da α, β, r_1 Constanten sind,

$$\frac{dn}{r} = -\frac{2\beta}{r_1^2} \tag{14}$$

und man erhält, wenn man mittels (10) die Grösse n durch r ausdrückt, nach (13) und (14)

$$M = -\frac{2\beta}{r_1^2}\int_{r=r_1}^{r=0} \frac{dr}{\left[\alpha - \beta\left(\frac{r}{r_1}\right)^2\right]^2}, \tag{15}$$

wo die Integration von $r = 0$ (Linsenkern) bis $r = r_1$ (vordere Corticalschicht) zu erstrecken ist.

Führt man in (15) die neue Integrationsvariable x ein nach der Gleichung $x = (r/r_1)$, so hat man das Integral von 0 bis 1 zu integriren und erhält:

$$M_3 = -\frac{2\beta}{r_1}\int\limits_{x=1}^{x=0}\frac{dx}{(\alpha-\beta x^2)^2}. \tag{16}$$

IV. Ganz analoge Betrachtungen gelten für die hintere Linsenhälfte; in dem Gesetz für die Zunahme der Brechungsindices haben die Grössen α und β dieselben Werte wie für die vordere Linsenfläche, nur geht für eine beliebige Lamelle hier der Brechungsindex $n + dn$ voran, während der Brechungsindex n folgt, wodurch das Integral $\int dn/rn^2$ sein Vorzeichen wechselt. Man erhält also als Krümmungsanteil analog wie in (16)

$$M_4 = \frac{2\beta}{r_1'}\int\limits_{x=1}^{x=0}\frac{dx}{(\alpha-\beta x^2)^2}. \tag{17}$$

Medium des Objectraumes ist die Luft mit dem Brechungsexponenten 1, das Medium des Bildraumes der Glaskörper mit dem Brechungsexponenten n_0. Zufolge der PETZVAL'schen Formel liefert also die Summe der Grösse $M_1 \ldots M_4$ den Ausdruck:

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{n_0 R'} = \sum M. \tag{18}$$

Berücksichtigt man ferner:

$$\int\limits_{x=1}^{x=0}\frac{dx}{(\alpha-\beta x^2)^2} = \frac{1}{2\alpha\beta}\cdot\left[\frac{\beta}{\beta-\alpha} - \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}\operatorname{lognat}\left(\frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}{\sqrt{\alpha}-\sqrt{\beta}}\right)\right],$$

so wird

$$\left\{\begin{aligned}\frac{1}{R} - \frac{1}{n_0 R'} &= \frac{1}{r_0}\left(1-\frac{1}{n_0}\right) + \frac{1}{r_1}\left(\frac{1}{n_0}-\frac{1}{n_1}\right) + \frac{1}{r_1'}\cdot\left(\frac{1}{n_1'}-\frac{1}{n_0}\right)\\ &+ \left(\frac{1}{r_1'}-\frac{1}{r_1}\right)\frac{1}{\alpha}\left[\frac{\beta}{\beta-\alpha} - \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}\operatorname{lognat}\left(\frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}{\sqrt{\alpha}-\sqrt{\beta}}\right)\right].\end{aligned}\right. \tag{19}$$

Zufolge des Gesetzes von MATTIESSEN muss man $n_1 = n_1'$ setzen. Bezeichnet man ferner:

$$\frac{1}{\alpha}\left[\frac{\alpha}{\beta-\alpha} - \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}\operatorname{lognat}\left(\frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{\beta}}{\sqrt{\alpha}-\sqrt{\beta}}\right)\right] = K, \tag{20}$$

so hängt K nur von den Grössen α und β, d. h. von den Brechungsexponenten ab, ist also in Hinsicht auf die Krümmungsradien als constant zu betrachten.

Diesen Bemerkungen zufolge kann man (19) schreiben:

$$(21)\quad \frac{1}{R} - \frac{1}{n_0 R'} = \frac{1}{r_0}\left(1 - \frac{1}{n_0}\right) + \left(\frac{1}{r_1'} - \frac{1}{r_1}\right)\left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_0} + K\right).$$

In Bezug auf die Constanten α und β sei noch bemerkt, dass α der Brechungsindex des Linsenkernes und β die Differenz der Brechungsexponenten des Kernes und der äussersten Corticalschicht ist.

Nach Matthiessen kann man nun als Mittel aus vielen Messungen setzen:

$$\alpha = 1{,}4100, \qquad n_0 = 1{,}3350,$$
$$\beta = 0{,}0350, \qquad n_1 = n_1' = 1{,}3750.$$

Berechnet man K unter dieser Annahme, so findet man aus (21), wenn man noch $r_0 = 7{,}8$ mm setzt:

$$(22)\quad \frac{1}{R} - \frac{1}{n_0 R'} = 0{,}03217 + \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_1'}\right) 0{,}0576.$$

Da r_1 und r_1' mit den Accommodationszuständen des Auges sich ändern, so erkennt man, dass ein Object vom Krümmungsradius R verschieden gekrümmte Bilder liefert, je nachdem das Auge ferne oder nahe Gegenstände fixirt.

Wir schliessen uns hier den von Helmholtz und Matthiessen[1]) festgelegten Daten an. Hiernach ist für das fernsehende Auge $r_1 = 10$ mm, $r_1' = -6$ mm, für das nahe sehende, sehr stark accommodirte Auge $r_1 = 5$ mm, $r_1' = -5$ mm. Dann ergiebt Gleichung (22) für das Fernsehen:

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{1{,}335\, R'} = 0{,}0475$$

und für das Nahesehen:

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{1{,}335\, R'} = 0{,}0576.$$

1) Vgl. die Arbeit von Matthiessen in Cap. X des Handbuchs der gesammten Augenheilkunde von Graefe und Saemisch p. 461 (Nagel, Die Anomalien der Refraction etc.).

Setzt man also ein ebenes Object voraus ($R = \infty$), so wird der Krümmungsradius des Bildes auf der Netzhaut für das Fernsehen

$$R' = -15{,}7 \text{ mm},$$

für das Nahesehen

$$R' = -13{,}0 \text{ mm}.$$

Auf eine Bildebenung ist also im Auge principiell verzichtet, offenbar schmiegt sich vielmehr das Bild der Netzhaut an, wobei allerdings die Radiendifferenz von 2,7 mm für das Sehen in die Ferne und Nähe auffallend erscheint. Auch die sogenannte Orthoskopie ist nicht vorhanden; das Bild ist dem Object nicht ähnlich, geraden Linien im Objectraum entsprechen vielmehr Kreise im Bildraum. Bemerkt sei indessen, dass der Vorgang der Accommodation durchaus noch nicht vollständig klargelegt ist. Nach Nagel (l. c. p. 472) findet bei der Accommodation eine Druckvermehrung im hinteren Bulbusabschnitt und eine Druckherabsetzung im vorderen Bulbusabschnitt statt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass infolge dessen bei der grossen Elasticität der das Auge umgebenden Häute die Hornhaut ein wenig flacher, die Netzhaut ein wenig stärker gekrümmt würde. Beide Umstände würden in demselben Sinne günstig wirken, dass das stärker gekrümmte Bild beim Nahesehen sich der Netzhaut wieder anschmiegt, wenn es beim Fernsehen mit dieser dieselbe Krümmung gehabt hat.

Ueber die Erzeugung von Nachfarben durch Röntgenstrahlen; von Guido Holzknecht.

(Vorgelegt von Hrn. E. Goldstein in der Sitzung vom 24. Januar 1902.)

(Vgl. oben S. 3.)

In einer Reihe von Arbeiten hat Hr. E. Goldstein[1]) Färbungen beschrieben, welche gewisse Salze nach der Einwirkung von Kathodenstrahlen zeigen. Diese Nachfarben entstehen entweder an Salzen von gewöhnlicher Temperatur ohne oder mit voraufgehendem Glühen derselben, wie die braungelbe Farbe des Chlornatriums, die violette des Chlorkaliums (Nachfarben erster Classe); oder an während der Bestrahlung stark erhitzten Substanzen, wie die gelbgrüne Farbe des Lithiumchlorid oder das Heliotrop des Kaliumcarbonat (Nachfarben zweiter Classe). Alle Nachfarben werden durch Licht[2]) und Hitze zum Verschwinden gebracht, und zwar sind besonders die der ersten Classe meist stark lichtempfindlich. Die Frage, ob die Farbenveränderung von einer chemischen Umwandlung (Subchloride, Subbromide etc.) herrührt, oder ob bloss eine physikalische Allotropie vorliegt, ist bisher nicht entschieden worden. Goldstein hat weiter gezeigt, dass nicht die Kathodenstrahlen allein die Fähigkeit besitzen, diese Nachfarben zu erzeugen, sondern dass die Färbungen schon durch den Entladungsstrang bei ziemlich hohen Gasdichten, z. B. bei 50 mm Druck, wo noch keine Kathodenstrahlen entstehen, ferner durch das geschichtete, positive Licht, endlich durch ultraviolettes Licht erzeugt werden können. Schliesslich hat Goldstein die Angabe von Giesel bestätigt und erweitert, dass die besprochenen Nachfarben auch durch die Becquerelstrahlen erzeugt werden.

---

1) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 937. 1894; p. 1017. 1895; p. 222. 1901.

2) Es genügen hierzu die sichtbaren Strahlen.

Diese GOLDSTEIN'schen Nachfarben werden nun, wie ich durch Versuche, die ich in der Röntgen-Abteilung des Wiener Sanatoriums von Dr. A. LOEW ausgeführt habe, ermitteln konnte, auch durch Röntgenstrahlen hervorgerufen, eine Thatsache, welche bisher mehrfach, so von BÜTTNER und MÜLLER (Lehrbuch p. 81) in Abrede gestellt wurde.

Setzt man solche Salze intensiven und stark absorbierbaren, also wenig penetrirenden Röntgenstrahlen aus[1]), so nehmen sie, das eine früher, das andere später, mehr oder minder intensive Färbungen an und zwar die gleichen, welche GOLDSTEIN als Nachfarben nach der Bestrahlung mit Kathodenstrahlen und den übrigen genannten Strahlungen beschrieben hat. Die grosse Empfindlichkeit der so erzeugten Färbungen für Tageslicht, welches sie zerstört, trifft bei den durch Röntgenstrahlen erzeugten Färbungen ebenfalls zu. Ebenso die Thatsache, dass das durch die färbende Strahlung hervorgerufene Fluorescenzlicht mit zunehmender Färbung abnimmt.

Meine bisherigen Untersuchungen beschränken sich im wesentlichen auf Salze der Alkalimetalle, und ich führe beispielsweise an:

Kochsalz erhält nach relativ kurzer Bestrahlung (1/4 Stunde bei mittelintensivem und mittelstark absorbirbarem[2]) Licht und bei einer Distanz zwischen Focus der Röhre und Oberfläche des Salzes von 20 cm) eine deutliche chamoisgelbe Färbung, welche sich bei Lampenlicht nicht merklich verändert, bei intensivem, zerstreutem Tageslicht in einigen Minuten verschwindet. Bei längerer Bestrahlung nimmt die Farbe an Sättigung zu.

Chlorkalium färbt sich schon bei einer geringeren Menge absorbirter Strahlung (10 Minuten unter obigen Bedingungen) schön heliotrop bis hellviolett. Die Färbung verschwindet schon bei Lampenlicht in einiger Zeit, weshalb die Bestrahlung des Salzes in lichtdichtem Gefäss vorgenommen werden muss. Bei der Bogenlampe oder in Tageslicht ist das Salz in wenigen Secunden wieder farblos. (Die Nachfarbe

1) Die Technik ist sehr einfach. Die Salze werden unter die Röhre, möglichst nahe ihrem Focus, gebracht.

2) In der Wahl nicht genügend absorbirbaren Lichtes liegt wohl die Erklärung für die bisherigen Misserfolge.

zeigt also auch hier die von Goldstein hervorgehobene hohe Empfindlichkeit für Tageslicht.) Phosphorescenzlicht blau, mit der Färbung an Intensität abnehmend.

Bromkalium: Nachfarbe blaugrün, entsteht etwas später als die des Chlorkalium, ist sehr lichtempfindlich wie diese.

Von den drei genannten Salzen zeigen zwei (Bromkalium und Chlornatrium) ein einige Zeit nach beendeter Bestrahlung anhaltendes Leuchten in der dem Fluorescenzlicht gleichen Farbe, während Chlorkalium nicht nachleuchtet.

Da die Kathodenstrahlen höchtens wenige Hundertstel Millimeter tief in die Substanzen eindringen, treten auch die Nachfarben nur auf den Oberflächen der Krystalle auf. Die Röntgenstrahlen färben dagegen die aufgehäuften Salzmengen (z. B. in einer Eprouvette bei Bestrahlung von oben) durch die ganze Masse hindurch, am stärksten an der Eintrittsfläche, und zwar desto gleichmässiger, je penetrationsfähigeres Licht (höheres Röhrenvacuum) gewählt wird. Ebenso konnte man sich durch Zertrümmerung eines grossen gefärbten Krystalles überzeugen, dass die Färbung auch das Innere betrifft.

Conform seiner gut fundirten Hypothese[1]), dass die Kathodenstrahlen beim Anprallen auf feste Körper an der Treffstelle ultraviolettes Licht erregen, und dass diesem alle die Absorptionserscheinungen der Kathodenstrahlen zuzuschreiben sind, hat Goldstein es als nicht unrationell bezeichnet, die hier angedeutete Auffassung auf die Röntgenstrahlen auszudehnen.

Darnach kämen nur zwei Eigenschaften, die Diffundirbarkeit und die mehr oder minder grosse Penetrationskraft (abhängig vom Widerstand der Röhre und wirkend nach Maassgabe des Atomgewichtes und der Dicke der bestrahlten Materie) den Röntgenstrahlen selbst zu, während alle anderen, die sich auf die Absorption beziehen, durch ultraviolettes Licht von sehr geringer Wellenlänge zu erklären wären, welches dort entstünde, wo Röntgenstrahlen absorbirt werden.

Thatsächlich gleichen sich die Absorptionserscheinungen des Ultraviolett und der Röntgenstrahlen in hohem Grade. Die

1) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien 80. p. 151. 1879, und später.

photographische Platte zu afficiren, Phosphorescenzlicht zu erregen, Gase leitend zu machen, biologische Wirkungen zu erzeugen sind beiden zukommende Eigenschaften, denen ich eben eine weitere hinzuzufügen in der Lage war: Die Fähigkeit auch der Röntgenstrahlen, die GOLDSTEIN'schen Nachfarben zu erzeugen; eine neue Stütze und zugleich ein Beweis für die Fruchtbarkeit der GOLDSTEIN'schen Hypothese.

Es soll jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, dass es eine Eigenschaft der Röntgenwirkung, speciell der biologischen giebt, die mit der GOLDSTEIN'schen Auffassung im Widerspruch zu stehen scheint: Die Latenzzeit der Hautreaktion.

Wir wissen, dass sowohl die Röntgendermatitis als auch Eczema solare, sowie die durch Ultraviolett bedingte Reaction nicht sofort nach der Bestrahlung auftritt.

Diese Latenzzeit des ultravioletten Lichtes und der Röntgenstrahlen, welche bis zum Entstehen einer ungefähr gleich intensiven Entzündung der normalen Haut verstreichen, zeigen eine auffallend grosse Differenz (einige Stunden respective 14 Tage).

Doch ist es mir wahrscheinlich, dass die Röntgenstrahlen welche das supponirte ultraviolette Licht in grössere (empfindlichere) Tiefen der Haut bringen, schon bei geringerer absorbirter Menge gleich intensive Reactionen zu erzeugen vermögen, wie grössere Mengen oberflächlich absorbirten Ultravioletts, aber entsprechend der geringen Menge, einem biologischen Gesetz zufolge, eine längere Latenz haben müssen.[1]) Damit wäre der genannte Einwand gegen die GOLDSTEIN'sche Hypothese beseitigt.

---

1) Ich bespreche diesen Gegenstand eingehender in dem Artikel: Die photochemischen Grundlagen der Röntgographie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. V, im Druck.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 3.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 7. Februar 1902.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Hr. F. **Neesen** trägt vor eine

Bemerkung zu einem Aufsatz von Hrn. KAHLBAUM über Quecksilberluftpumpen.

Hr. F. **Kurlbaum** berichtet ferner

über Temperatur und selective Emission leuchtender Flammen.

An der Discussion beteiligten sich die Herren E. PRINGSHEIM, O. LUMMER, P. HEITCHEN, M. THIESEN.

Hr. E. WARBURG legt endlich eine Arbeit von Hrn. **W. Müller-Erzbach** betreffend

neue Beobachtungen über den Adsorptionsvorgang

vor.

Bemerkung zu einem Aufsatz von Hrn. Kahlbaum über Quecksilberluftpumpen;
von F. Neesen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 7. Februar 1902.)

(Vgl. oben S. 29.)

In seinem Aufsatz „Glossen zu der selbstthätigen Quecksilberluftpumpe“[1]) hat Kahlbaum Angaben gemacht über den Wirkungsgrad der von ihm angegebenen Pumpen im Vergleich zu anderen Anordnungen, die mich aus zwei Gründen zu Bemerkungen veranlassen. Zunächst wird es für diejenigen, welche mit Quecksilberluftpumpen zu arbeiten haben, von Interesse sein zu erfahren, ob die Ergebnisse Anderer mit denen von Kahlbaum übereinstimmen; sodann muss ich ein principielles Bedenken über die von letzterem angewandte Druckmessung, welche ja auch sonst benutzt wird, zur Erwägung stellen.

Diese Druckmessung, welche von Mc Leod, Bessel-Hagen und Anderen eingeführt ist, besteht bekanntlich darin, dass in einem Volumometer, als welches bei den Kolbenpumpen der Stiefelbehälter der Pumpe — fernerhin kurz mit Stiefel bezeichnet — benutzt werden kann, durch Einlassen von Quecksilber das noch vorhandene Gas verdichtet und dass aus dem sich dann zeigenden Gasdruck und der bekannten Volumenverminderung der vorher vorhandene Druck berechnet wird. Diese Methode giebt nun, wenn man zunächst von etwaiger Verdichtung des Gases an den Wänden des Gefässes beim Zusammendrücken absieht, wohl den Druck im Volumometer, aber durchaus noch nicht in den übrigen Teilen des luftleer zu machenden Raumes; denn es geht bei geringen Drucken

---

1) G. W. A. Kahlbaum, Ann. d. Phys. (4) 6. p. 590ff. 1901.

die Diffusion durch die Verbindungsteile sehr langsam vor sich, so dass der Druck in einem zwischen Pumpenstiefel und Recipient eingeschalteten Volumometer sehr klein ausfallen kann, während derselbe in dem weiter von der Pumpe entfernten Recipienten verhältnismässig viel grösser ist. KAHLBAUM bestätigt selbst diesen Einwand durch den Vergleich der Angaben zweier Volumometermessungen, bei denen einmal ein enges, das andere Mal ein weites Rohrstück zwischen Pumpe und Volumometer eingeschaltet war.

Einen weiteren Beweis liefert der von mir schon früher[1]) hervorgehobene Umstand, dass im Stiefel der Kolbenluftpumpe sehr bald das Quecksilber ohne die geringste Luftblase gegen das Abschlussquecksilber in der oberen Capillare anschlägt, während sich im Recipienten noch merkliche Luftmengen zeigen.

Erst wenn das Volumometer hinter den Recipienten angeordnet ist, wie das bei meinen früheren Vergleichsversuchen der Fall war, kann man sagen, dass die im Recipienten erreichte Verdünnung mindestens gleich der durch den Druckmessapparat angegebenen ist.

Daher ist der von KAHLBAUM gezogene Vergleich, wonach eine seiner Pumpen 30 Minuten zur Erreichung eines Verdünnungsgrades gebrauchte, welchen eine von mir benutzte nicht einmal in 17 Stunden erreichte, ganz inhaltlos. Bei meinen Versuchen befand sich eben der Druckmesser hinter dem Recipienten. In der Pumpe selbst war schon nach 15—20 Minuten überhaupt keine Blase zu sehen.

Von den weiteren Schlüssen KAHLBAUM's kann der erste Satz auf p. 592 zu falschen Vorstellungen führen. Es steht dort, dass nach meinen Beobachtungen unter acht Concurrirenden in drei von vier Fällen von der KAHLBAUM'schen Pumpe die besten Ergebnisse geliefert wären. Die Sache stellt sich aber folgendermaassen. Bei einer Versuchsreihe diente als Recipient eine kleine Röhre (97 ccm), bei einer zweiten Versuchsreihe eine erheblich grössere (607 ccm). In jeder Reihe sind die Zeiten gemessen, welche zur Erreichung

1) F. NEESEN, Zeitschr. f. Instrumentenk. 15. p. 273. 1895.

bestimmter Verdünnungen nötig waren; somit ergeben sich für jede Pumpe vier Ablesungen. Das sind die vier Fälle, welche KAHLBAUM nennt. In der ersten Versuchsreihe zeigte sich nun in der That die KAHLBAUM'sche Pumpe den anderen überlegen. In der zweiten wurde dagegen diese Pumpe von vier anderen und zwar bedeutend überholt. Für grössere Räume wirkt sie also schlechter als die vier anderen. Allerdings ist bei einer der Ablesungen der zweiten Reihe für eine in Berlin gebaute Pumpe der KAHLBAUM'schen Art eine Ziffer (6′) eingesetzt, welche diese Pumpe unverhältnismässig besser als alle anderen erscheinen lässt. Der Vergleich mit den Angaben für die kleineren Recipienten zeigt aber direct, dass es sich hierbei um einen Druckfehler handeln muss; die gleichzeitige Veröffentlichung in diesen Verhandlungen klärt auch dahin auf, dass an Stelle der Zahl 6 die in der benachbarten Columne stehende Zahl 35 stehen muss. Die Verdünnung, wo X-Strahlen erscheinen, war mit dieser Pumpe bei dem grossen Recipienten überhaupt in absehbaren Zeiten nicht zu erreichen.

Die von meinen Erfahrungen abweichenden Angaben KAHLBAUM's, dass der von ihm construirten Pumpe durchweg eine überaus grosse Ueberlegenheit allen anderen Constructionen gegenüber zukommt, veranlassten mich zu einer neuen Versuchsreihe, wozu sich eine besondere Gelegenheit durch das bereitwillige Entgegenkommen von Hrn. BURGER, Glastechnisches Institut hier, bot. Es wurde mir zunächst eine kräftige Vorpumpe in Gestalt einer Oelpumpe zur Verfügung gestellt. Für die KAHLBAUM'sche Pumpe besonders ist eine kräftige Vorpumpe günstig.

Ferner konnte ich drei verschiedene Arten von Kolbenpumpen, die von BURGER angefertigt waren, benutzen. Von der physikalisch technischen Reichsanstalt erhielt ich zu diesen Versuchen die derselben gehörige KAHLBAUM'sche Pumpe geliehen. Gern hätte ich die bei den früheren Versuchen benutzte Tropfenpumpe von NIEHLS noch einmal mit der KAHLBAUM'schen verglichen; indessen war es mir nicht möglich, dieselbe, welche inzwischen verkauft ist, zu erlangen.

Als Recipient diente eine grosse etwa 1,3 Liter enthaltene Röntgenröhre. Zum Anzeigen der erreichten Luftverdünnung

benutzte ich folgende ziemlich scharf zu bestimmende Lichterscheinungen:

1. Bedeckung der ganzen Kathode einschliesslich Stiel mit blauem Licht.
2. Diffuswerden des blauen Lichtes.
3. Vollständige Ausbildung einer schmalen Brücke positiven Lichtes um das negative Licht herum.
4. Erscheinen des grünen Phosphorescenzlichtes auf der Glasoberfläche.
5. Auftreten der X-Strahlen.
6. Röhre als Röntgenröhre fertig, wobei Folgendes zu beachten ist:

   In diesem Zustande war die Lichterscheinung derart, dass nach Ansicht des erfahrenen Glasbläsers die Röhre zum Abschmelzen geeignet war. Ob sie sich dann dauernd gehalten hätte, habe ich nicht untersucht. Es kam ja nur auf Vergleichsversuche an. Eine Verengung in der Zuleitung zum Abschmelzen war nicht vorhanden.

Während des Versuches wurde die Röhre dauernd erhitzt. Von den Pumpen ist Nr. I die Kahlbaum'sche; mit derselben war vor dem Versuche wiederholt der Recipient ausgepumpt worden; dann hatte die Pumpe noch 14 Tage geschlossen gestanden, sodass die Phosphorsäure des Trockengefässes Zeit hatte, sie völlig auszutrocknen. Dem eigentlichen Versuche ging wieder ein Vorversuch vorher.

Nr. II eine Kolbenpumpe von Burger mit zwei Stiefeln und mit der Hahneinrichtung, wie dieselbe von mir angegeben ist.[1]) Das Quecksilber fliesst indessen nicht wie bei meinen Pumpen von oben in den Stiefel, sondern von unten, sodass die Verbindung zwischen Recipient und Stiefel erst hergestellt wird, wenn der Stiefel ganz entleert ist. Die beiden Stiefel sollten eigentlich abwechselnd arbeiten, doch wird dieses nicht ganz erreicht. Jeder der Stiefel enthält etwa 1 Liter. Die Pumpe ist gleichzeitig mit zwei anderen seit Jahr und Tag ununterbrochen in Betrieb.

1) F. Neesen, Zeitschr. für Instrumentenk. **19.** p. 147. 1899; **20.** p. 205. 1900.

Nr. III ist eine einfache Kolbenpumpe mit Zufluss des Quecksilbers nach meiner Angabe von oben, sodass also die Verbindung zwischen Recipient und Stiefel während der ganzen Zeit der Entleerung der letzteren offen ist. Hahneinrichtung wie vorher. Inhalt des Stiefels etwa 1,3 Liter.

Nr. IV ist eine Doppelkolbenpumpe neuer Anordnung, bei welcher durch besondere Steuerung bewirkt wird, dass stets der eine Stiefel sich entleert, während der andere sich füllt. Da auch hier das Quecksilber von oben einfliesst, so wirkt diese Pumpe continuirlich, wie die Tropfen- oder KAHLBAUM'sche Pumpe.

Art der Pumpe	Zeit bis zum Erreichen des Zustandes in Minuten					
	1	2	3	4	5	6
Nr. I . .	7	9,5	12	16	17	20
„ II . .	3,7	5	7,5	11,2	15	17
„ III . .	3,5	5	7	9,2	11,5	12,5
„ IV . .	3,5	4,5	6	7,2	9,5	10,5

In Bezug auf das Verhalten der KAHLBAUM'schen Pumpe Nr. I zu den anderen sprechen die Zahlen für sich; sie schliessen sich meinen früheren an, aus denen ebenfalls hervorging, dass bei grösseren Recipienten Pumpe Nr. I weniger gut wirkt, wie die Kolbenpumpen. Dieser Nachteil wird auch nicht durch eine grössere Einfachheit und Bequemlichkeit im Gebrauch oder geringere Kosten ausgeglichen.

Die obigen Zahlen zeigen beim Vergleich von Nr. II und Nr. III den wesentlichen Vorzug, welchen die Anordnung hat, bei welcher der Stiefel während der ganzen Dauer seiner Entleerung mit dem Recipienten in Verbindung steht. Schliesslich zeigt Pumpe Nr. IV der Pumpe Nr. III gegenüber den Vorteil, welchen das continuirliche Saugen besitzt. Man muss noch berücksichtigen, dass bei Pumpe Nr. IV der Rauminhalt der beiden Stiefel zusammen nur etwas mehr wie die Hälfte des Stiefels der Pumpe Nr. III beträgt.

Diese Unterschiede treten, wie es sein muss, erst bei höheren Verdünnungsgraden besonders hervor.

Neue Beobachtungen über den Adsorptionsvorgang;
von W. Müller-Erzbach.

(Vorgelegt von Hrn. E. Warburg in der Sitzung vom 7. Februar 1902.)
(Vgl. oben S. 29.)

Aeltere Versuche über die Adsorption von Dämpfen des Wassers und des Schwefelkohlenstoffs [1]) habe ich in veränderter Anordnung so fortgesetzt, dass die verdunstenden Flüssigkeiten durch ihre Temperatur oder durch chemische Anziehung andauernd bei geringerer Dampfspannung gehalten wurden, als sie durch die an der Stelle der sich vollziehenden Adsorption herrschende Temperatur bedingt war. In eine mit einem eingeriebenen Stöpsel gut verschliessbare Standflasche war ein oben offener Glascylinder eingesetzt und unten befestigt. Das untere Drittel vom Zwischenraum zwischen dem Glascylinder und der Flaschenwand wurde zur Regulirung des Feuchtigkeitsdruckes mit entsprechend verdünnter Schwefelsäure gefüllt. Sollte der Dampf von Schwefelkohlenstoff neben dem des Wassers zur Verwendung kommen, so wurde flüssiger Schwefelkohlenstoff in den untersten Teil des Glascylinders gebracht und die Standflasche dann regelmässig in einen mit Wasser gefüllten flachen Teller gestellt, so dass der Schwefelkohlenstoff in ihrem unteren Teile durch die Verdunstung des aussen befindlichen Wassers andauernd 1,1° bis 1,4° kälter war als die obere Hälfte des Glascylinders, in welche ein Probirglas mit den adsorbirenden Körpern (Thonerde oder

---

1) W. Müller-Erzbach, Verhandl. d. Physik. Gesellsch. zu Berlin. 4. p. 8. 1885.

Eisenoxyd) eingestellt war. So wurde die Ablagerung von abgekühlten Dämpfen des Wassers und des Schwefelkohlenstoffs an die Adsorptionskörper durch deren etwas höhere Temperatur vermieden, Cohäsionswirkungen waren ganz ausgeschlossen und die Adsorption vollzog sich gleichmässig und. constant.

Aus einem recht umfangreichen Beobachtungsmaterial ergaben sich folgende Resultate:

Die Aufnahme der Dämpfe erfolgt anfangs sehr lebhaft, aber die Beendigung der Adsorption erfordert für manche Dämpfe auffallend lange Zeit, für 0,302 g Thonerde und Wasserdampf in einem weiten Probirglase mehr als 27 Tage. Man möchte annehmen, dass sich langsam eine moleculare Veränderung des abgelagerten Dampfes vollzieht, aber es war nicht zu entscheiden.

Thonerde, welche 24,8 Proc. Schwefelkohlenstoff adsorbirt hatte und in 17 Tagen zwischen 15° und 17° keine Gewichtszunahme mehr zeigte, nahm bei andauernder Abkühlung auf $6^1/_2{}^0$ bis $7^1/_2{}^0$ in Zeit von zwei Tagen noch weitere 13 Proc. Schwefelkohlenstoff auf, die sie sechs Tage lang bei der gleichen Temperatur festhielt und nachher durch Erwärmen auf 16° wieder verlor.

Aus trockener Luft wird der Schwefelkohlenstoff ungleich leichter aufgenommen als aus feuchter Luft.

Adsorbirter Schwefelkohlenstoff wird in feuchter, aber mit Schwefelkohlenstoff gesättigter Luft durch Wasserdampf verdrängt.

Je kleinere Mengen von adsorbirtem Wasser die Thonerde enthält, desto mehr Schwefelkohlenstoff kann sie aufnehmen. Wenn man im trockeneren Raume Wasser wegnimmt, so nimmt die Menge des Schwefelkohlenstoffs zu, und ebenso umgekehrt. Man kann die mit Wasserdampf nicht völlig gesättigte Thonerde beliebig oft mit einer für dieselbe Sättigung und dieselbe Versuchsdauer unveränderlichen Menge von Schwefelkohlenstoff beladen und letzteren durch Verdunsten wieder entfernen. Nur ein ganz kleiner Teil des von der Thonerde bei völliger Sättigung zuletzt aufgenommenen Wassers haftet

weniger fest und verschwindet leicht mit verdunstendem Schwefelkohlenstoff. Von dieser geringen Menge abgesehen ist der übrige Wasserdampf mit der Thonerde so fest vereinigt, dass beide wie ein einheitlicher Körper, etwa wie reine Thonerde, die durch Glühen an Adsorptionskraft verloren hat, den Schwefelkohlenstoff an ihrer Oberfläche niederschlagen.

Der adsorbirte Schwefelkohlenstoff wird von der Thonerde wie vom Eisenoxyd jedenfalls zum grössten Theil an der Oberfläche abgelagert und kann durch Hineinwerfen der durch die Adsorption entstandenen Körper in Wasser wie durch Aufgiessen von Wasser in flüssiger Form abgeschieden werden.

Wie der Wasserdampf die Hülle des der Thonerde aufliegenden und als fest oder wenigstens als flüssig anzusehenden Schwefelkohlenstoffs durchdringt und ihn nachher wegdrängt, so sollte man erwarten, dass auch umgekehrt Schwefelkohlenstoff durch adsorbirten Wasserdampf hindurch sich an der Thonerde festsetzen könnte. Davon ist aber nichts zu bemerken. Die mit Wasser vollbedeckte Thonerde nimmt gar keinen oder nur sehr wenig Schwefelkohlenstoff auf, bei geringerer Menge von aufgenommenem Wasser wird zwar Schwefelkohlenstoff adsorbirt, aber er verflüchtigt sich sehr leicht und reisst in keinem Falle adsorbirtes Wasser mit sich fort, wie es durch eine vorhandene Zwischenlagerung bedingt würde. Es muss also der feste oder flüssige Schwefelkohlenstoff auf dem im gleichen Zustande befindlichen Wasser liegen, und ebenso muss man sich die verschiedenen Mengen desselben Dampfes durch die Adsorption übereinander geschichtet denken. Dann erklärt sich auch die beim Verdunsten der adsorbirten Dämpfe beobachtete stetige Abnahme des Dampfdruckes[1]) auf einfache Weise. Der an einer bestimmten Grenze erfolgende Abschluss der Adsorption wird durch die Annahme der durch die grössere Entfernung der Schichten bedingten Abnahme der Anziehungsenergie zwischen dem Dampfe und der Thonerde ebenfalls verständlich. Es ist aber dabei unmöglich

1) W. Müller-Erzbach, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien 98. (2a), p. 327. 1889.

an den älteren Werten für den Radius der Wirkungssphäre bei den Molecularkräften festzuhalten, da die Dicke der abgelagerten Schichten[1]) jenen Radius mehr als 30 mal übertrifft. Die Wirkungsweite ist ausserdem allem Anschein nach für verschiedene Körper ganz ungleich und daher hat die Frage nach ihrer absoluten Grösse nur geringere Bedeutung.

1) W. Müller-Erzbach, Verhandl. d. Physik. Gesellsch. zu Berlin. 4. p. 13. 1885.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 4.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 21. Februar 1902.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Der Vorsitzende gedenkt des Verlustes, den die Gesellschaft durch den Tod des am 1. Februar in der Nähe von Amsterdam bei einer Ballonfahrt verunglückten

Hauptmann v. Sigsfeld,

sowie durch das am 15. Februar erfolgte Ableben ihres auswärtigen Mitgliedes

Dr. J. Pernet,

Professor am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich,

erlitten hat.

Zu ehrendem Gedächtnis der Hingeschiedenen erheben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Hr. **F. F. Martens** demonstrirt einen

Vorlesungsversuch über sphärische Aberration,

sowie die

Erzeugung von Fresnel'schen Interferenzstreifen mittels eines rechtwinkligen Prismas.

Hr. **O. Lummer** trägt sodann vor eine

Hypothese über den Vorgang bei der Totalreflexion.

(Der Vortrag erscheint im nächsten Hefte.)

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Prof. Dr. E. Cohn in Strassburg.

(Vorgeschlagen durch Hrn. M. Planck.)

Hr. Dr. E. Langbein in Charlottenburg.

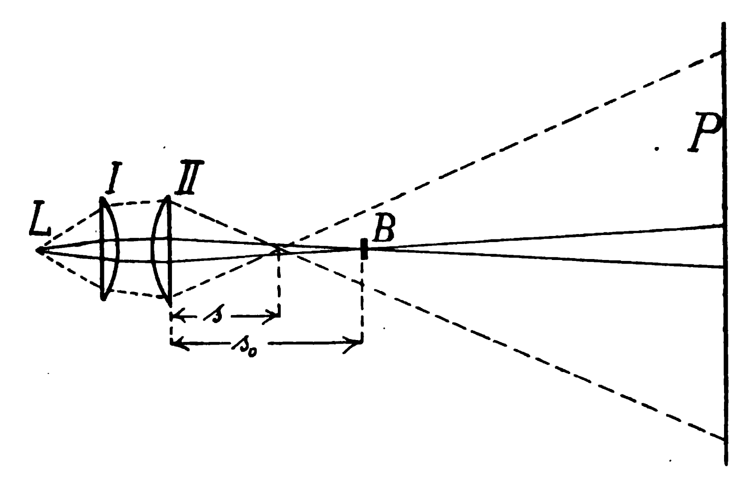
(Vorgeschlagen durch Hrn. L. Grunmach.)

Ein Vorlesungsversuch über sphärische Aberration; *von F. F. Martens.*

(Vorgetragen in der Sitzung vom 21. Februar 1902.)

(Vgl. oben S. 39.)

Einfache Sammellinsen entwerfen bekanntlich von einem leuchtenden Punkt ein mit sphärischer Aberration behaftetes Bild. Diese Erscheinung kann man gut an einem Projectionsapparat demonstriren, dessen Condensor nur aus zwei einfachen Linsen (I und II in nachstehender Figur) besteht.



Von dem Lichtbogen *L* entsteht nämlich kein scharfes Bild, sondern die Schnittweite s_0 der sogenannten Nullstrahlen ist beträchtlich grösser als die Schnittweite s_m der Mittelstrahlen und die Schnittweite s_r der Randstrahlen. Auf dem einige Meter entfernten Projectionsschirm *P* entsteht ein grosser heller Kreis, dessen Mitte von Nullstrahlen, dessen Rand von Randstrahlen beleuchtet ist.

Bringt man nun eine Blendscheibe *B* von etwa 8 mm Durchmesser (in der Figur der Deutlichkeit halber viel zu

gross gezeichnet) an den Schnittpunkt der Nullstrahlen, so erscheint in der Mitte des Schirmes ein dunkler Fleck. Ist die Blende an einem Draht befestigt, und bewegt man diesen mit Hülfe einer kleinen optischen Bank auf das System zu, so verwandelt sich der dunkle Fleck in einen dunklen Ring, dessen Durchmesser grösser und grösser wird und den Rand des Lichtkreises erreicht, wenn die Blende im Schnittpunkt der Randstrahlen angekommen ist.

Bei den Condensorsystemen, die aus drei Linsen zusammengesetzt sind, ist die sphärische Aberration so gering, dass der Versuch nicht ohne weiteres gelingt; man kann die Aberration aber leicht absichtlich vergrössern, indem man die dritte (dem Schirm zugewendete) Linse einkehrt.

Berlin, Physikalisches Institut, Januar 1902.

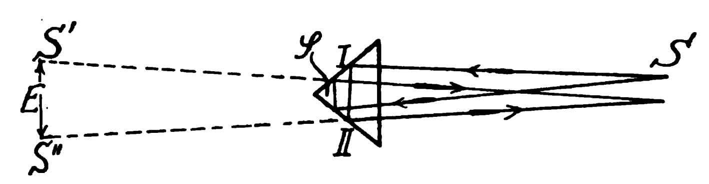
Erzeugung von Fresnel'schen Interferenzstreifen mittels eines rechtwinkligen Prismas; von F. F. Martens.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 21. Februar 1902.)

(Vgl. oben S. 39.)

1. Im Jahre 1890 hat MICHELSON[1]) eine neue Modification des FRESNEL'schen Spiegelversuchs angegeben; die Strahlen einer sehr entfernten Bogenlampe werden zweimal reflectirt an zwei Spiegeln I und II, die einen etwas kleineren Winkel, also 90° miteinander bilden.

2. Verfasser hat vor mehreren Jahren, als Mitarbeiter der optischen Werkstätte FRANZ SCHMIDT & HAENSCH in



Berlin, auf ähnliche, doch technisch einfachere Weise die FRESNEL'schen Interferenzstreifen erzeugt. Von dem horizontalen Spalt S (vgl. Figur) gehen zwei Lichtbündel aus, von denen das eine erst an der Kathetenfläche I, dann an der Kathetenfläche II, das andere erst an der Fläche II, dann an der Fläche I totalreflectirt wird.

Ist n der Brechungsindex des Prismas, $\varphi = 90^0 - \alpha$ der in Betracht kommende Prismenwinkel, L der Abstand des Spaltes vom Prisma, so kommen die zweimal reflectirten Strahlen von zwei virtuellen Spaltbildern S' und S'', deren Abstand

$$E = 4\,\alpha\,n\,L \quad \text{ist.}$$

Beobachtet man die Interferenzerscheinung in der Entfernung l vom Prisma, so ist der Abstand zweier dunkler Streifen bei Anwendung von Licht der Wellenlänge λ

$$b = \frac{\lambda}{4\,\alpha\,n}\left(1 + \frac{l}{L}\right).$$

1) A. A. MICHELSON, Sill. Americ. Journ. (3) **39.** p. 216—218. 1890; refer. Zeitschr. f. Instrumentenk. **11.** p. 142. 1891.

3. Zweckmässig beobachtet man die Interferenzerscheinung mit einer Lupe und stellt letztere neben dem beleuchteten Spalt auf; dann ist $L = l$. Ist der Prismenwinkel $S = 90^0 - 1'$, so ist für rotes, vom Kupferüberfangglas gut durchgelassenes Licht die Streifenbreite

$$b = 0{,}75 \text{ mm}.$$

Die Zahl der Streifen nimmt zu, die Helligkeit ab mit Vergrösserung des Abstandes vom Prisma, während die Streifenbreite constant bleibt.

Damit die Streifen scharf erscheinen, darf die Spaltbreite nur einen Bruchteil von b betragen; auch die Spaltlänge darf nicht zu gross, nicht grösser als etwa 1 cm, gewählt werden.

4. Die Abweichung des Prismenwinkels von 90^0 kann man auch ohne ein grosses Spectrometer in folgender Weise genau bestimmen.

Stellt man ein Vmal vergrösserndes horizontales Fernrohr I mit beleuchtetem Fadenkreuz ungefähr senkrecht zur Hypotenusenfläche, während die Prismenkanten senkrecht stehen, so erblickt man zwei gespiegelte verticale Fäden, deren scheinbarer Winkelabstand gleich $4\alpha n V$ ist. Stellt man nun ein kleines Spectrometer etwa mit $1'$-Ablesung so auf, dass die Drehungsaxe unter dem Ocularkreis des Fernrohres I liegt, so kann man das Spectrometerfernrohr II durch Drehung um den Winkel β nacheinander auf die beiden gespiegelten Fäden einstellen. Dann ist

$$\alpha = \frac{\beta}{4 n V}.$$

Bei einem Versuche ergab sich das wahre Gesichtsfeld von Fernrohr I $2u = 50'42''$, das scheinbare $2u' = 28^0 36'$. Demnach ist die Vergrösserung $V = \operatorname{tg} u / \operatorname{tg} u' = 34{,}56$. β wurde zu $8^0 48'$ bestimmt; hieraus berechnet sich, wenn $n = 1{,}50$ angenommen wird,

$$\alpha = 2' 32''.$$

Berlin, Physikalisches Institut, Januar 1902.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. **Nr. 5.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 7. März 1902.

Vorsitzender: Hr. W. v. Bezold.

Hr. **G. Quincke** trägt vor

über Oberflächenspannung und flüssige Niederschläge.

Hr. **E. Hagen** spricht ferner über

die Absorption ultravioletter, sichtbarer und ultraroter Strahlen in dünnen Metallschichten

(nach gemeinsam mit Hrn. **H. Rubens** ausgeführten Versuchen).

Hr. **E. Goldstein** legt dann eine Abhandlung vor

über die erste Schicht des Kathodenlichtes inducirter Entladungen.

Hr. H. Starke legt endlich eine **Mitteilung** von Hrn. **G. W. A. Kahlbaum**

Erwiderung an Hrn. F. Neesen

vor.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Dr. A. Gradenwitz, Berlin SO., Michaelkirchplatz 13.
(Vorgeschlagen durch Hrn. Starke.)

Hr. Prof. Dr. E. Simon, Göttingen.
(Vorgeschlagen durch Hrn. Lummer.)

Hr. Dr. K. Stelzner, Schöneberg, Coburgerstr. 13.
(Vorgeschlagen durch Hrn. Denizot.)

Ueber Oberflächenspannung und flüssige Niederschläge; von G. Quincke.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 7. März 1902.)

(Vgl. oben S. 45.)

Flüssige Niederschläge. Entstehen bei der Einwirkung wässeriger Lösungen 1 und 2 von zwei Metallsalzen chemische Verbindungen, welche in Wasser unlöslich sind, so bildet sich ein Niederschlag. Dieser Niederschlag wird zu seiner Entstehung und Abscheidung eine gewisse Zeit brauchen und kann ferner flüssig bleiben, ehe er erstarrt.

Die Niederschläge bilden dann, so lange sie flüssig sind, eine ölartige klebrige Flüssigkeit *A* in Wasser oder wässeriger Salzlösung *B* mit einer Oberflächenspannung an der gemeinsamen Grenze von *A* und *B*.

Geringe Mengen dieser chemischen Verbindung sind in der umgebenden Flüssigkeit löslich. Die Abscheidung erfolgt erst, nachdem eine übersättigte Lösung des Niederschlages entstanden ist. Die Bildung einer geringen Menge des flüssigen oder festen Niederschlages leitet dann durch Contactwirkung die Abscheidung der ganzen Menge der vorhandenen chemischen Verbindung als ölartige Flüssigkeit *A* oder als feste Substanz ein.

Im allgemeinen erfolgt also die Bildung des ölartigen Niederschlages in kurzen Zwischenräumen, oder periodisch.

Häufig genügt die Zeit, während welcher der Niederschlag flüssig ist, ihm eine besondere Gestalt zu geben unter dem Einfluss der Oberflächenspannung an der Grenzfläche von flüssigem Niederschlag und umgebender Füssigkeit. Umgekehrt kann man aus dieser Gestalt auf Entstehungszeit und Grenzflächenspannung an der Oberfläche des flüssigen Niederschlages schliessen.

Scheidet sich der Niederschlag an der Oberfläche eines Flüssigkeitsstrahles ab, so bildet er einen cylindrischen Schlauch, der infolge der Oberflächenspannung Anschwellungen und

Einschnürungen bildet, und dann in kugelförmige Blasen zerfällt.

Scheidet sich der ölartige Niederschlag auf einer Cylinderfläche periodisch in verschiedener Dicke ab und die Dicke ist kleiner als die doppelte Wirkungsweite der Molecularkräfte — $^1/_{10000}$ mm oder $^1/_5$ Lichtwelle — so wird er nach den Stellen grösserer Dicke oder grösserer Oberflächenspannung hingezogen, und an diesen Stellen kürzer oder concav. Dadurch entstehen dann schraubenförmige Schläuche mit runden Kuppen am Ende.

Dünne feste Membranen haben eine Oberflächenspannung und das Bestreben, eine möglichst kleine Oberfläche anzunehmen. Da aber die Teilchen parallel der Oberfläche schwer verschiebbar sind, so bilden diese Membranen keine Blasen, sondern rollen sich zu Cylinderflächen zusammen.

Die dünnen Niederschläge an der Grenze zweier Flüssigkeiten verhalten sich ähnlich wie eine feste Membran, um so ähnlicher, je klebriger die ölartige Flüssigkeit ist, aus der sie bestehen.

Eine dünne Haut ölartiger sehr klebriger Flüssigkeit rollt sich wie ein Papierblatt zu einem Cylinder- oder Kegelmantel zusammen und bildet dabei wellenförmige Falten.

Die chemischen Niederschläge scheiden sich alle als flüssige chemische Verbindungen ab, in kurzen Zwischenzeiten oder periodisch, und erstarren erst später nach Secunden, Stunden oder mehreren Monaten.

Der Niederschlag blieb flüssig bei Lösungen

von Ferrocyankalium			von Natriumsilicat	
mit $FeCl_3$	$NiCl_2$	1—2 Sec.	mit $FeCl_3$	0,3—0,5 Sec.
„ $CoCl_2$	—	15 „	„ $MnCl_2$	15—20 „
„ $CuSO_4$	—	1—30 „	„ $CuSO_4$	30 „
von Calciumchlorid mit kohlensauren Alkalien 0,1 Sec. bis einige Stunden.			„ $CoCl_2$	120 „
			„ ClH	Monate

Bei dem Erstarren giebt der flüssige Niederschlag Wasser, vielleicht auch kleine Mengen der Membran bildenden Salze an die Umgebung ab, da er dabei undurchsichtig und specifisch schwerer wird.

Während des flüssigen Zustandes bildet der Niederschlag infolge der Oberflächenspannung an der Grenze mit der um-

gebenden Flüssigkeit Blasen oder Schaumzellen. Die durch die Oberflächenspannung geforderte Gleichgewichtslage nimmt der flüssige Niederschlag wegen seiner Viscosität nur allmählich an. Er kann erstarren, ehe er den Gleichgewichtszustand erreicht hat.

Je nachdem sich frisch gebildete flüssige Schaumwände an ältere flüssige, an schon festgewordene oder an noch im Erstarren begriffene Schaumwände ansetzen, kann der Randwinkel, unter dem sie gegen die älteren Schaumwände geneigt sind, 120°, 90° oder ein Winkel zwischen 120° und 90° sein. Alle diese Winkel kommen vor. Röhrenförmige Zellen mit normalen Querwänden sind besonders häufig. Ein Beweis, dass neue flüssige Querwände sich an schon erstarrte röhrenförmige Wände angesetzt haben.

Bei dünnen Schaumwänden mit einer Dicke, die kleiner ist als die doppelte Wirkungsweite der Molecularkräfte, ist die Oberflächenspannung kleiner, und dann können auch die Winkel von 120° verschieden sein.

Kommt später die dünne Haut aus flüssigem oder festem Niederschlag wieder mit übersättigter Lösung der chemischen Verbindung in Berührung, so wird aus letzterer wieder durch Contactwirkung flüssiger oder fester Niederschlag abgeschieden, und die dünne Haut verdickt, wie man an den Wänden der Schaumzellen zuweilen wahrnehmen kann.

Sehr kleine Mengen fremder Substanz, auch von Farbstoffen, ändern die Viscosität des flüssigen Niederschlages, die Erstarrungsgeschwindigkeit und die Anordnung des Netzwerkes von Schaumwänden, welche die erstarrte Niederschlagmembran bilden.

Die festen Niederschlagmembranen oder Zellwände wachsen nicht durch Intussusception. So lange eine Zellwand flüssig ist, kann sie sich ausdehnen und wird nicht brechen oder reissen, wenn der Zellinhalt durch zuströmende Flüssigkeit oder mit Diffusion eindringendes Wasser sein Volumen vergrössert. Dagegen kann die erstarrte Zellwand brechen oder reissen, und durch die Risse können Lösungen von Salzen, Zucker etc. hindurchgehen.

Zusammengepresste offene Schaumzellen mit dünnen erstarrten und gebrochenen Wänden werden unter besonderen

Umständen wie ein Ventil wirken können. Dann kann sich an der Oberfläche dieser festen Wände noch Salz- oder Zuckerlösung in unmerklich dünnen Schichten bewegen und mit „Diffusion längs der festen Wand“ zu Wasser oder zu anderer Flüssigkeit hinwandern.

Es ist aber nicht abzusehen, wie eine solche feste Niederschlagmembran aus Ferrocyankupfer oder Berliner Blau eine „halbdurchlässige Membran“ bilden kann, die dem Wasser allein oder auch nur vorzugsweise den Durchgang gestattet und das Salz oder den Zucker zurückhält. Ich bestreite, dass eine halbdurchlässige Membran existirt. Damit fällt aber auch der osmotische Druck, dessen Theorie die Existenz einer halbdurchlässigen Membran voraussetzt.

Sphärokrystalle. Durch Einwirkung der Lösungen von kohlensauren Alkalien und Calcium-Chlorid oder Nitrat oder Bicarbonat entsteht ein flüssiger ölartiger Niederschlag, der an der Grenze mit der umgebenden Flüssigkeit eine Oberflächenspannung besitzt, und 1—3 Secunden, einige Stunden oder mehr flüssig bleiben kann, ehe er erstarrt. Dieser flüssige Niederschlag bildet beim Erstarren Krystalle von Kalkspat (Rhomboëder) oder amorphem kohlensauren Kalk (Kreide). Durch Einwirkung der umgebenden Flüssigkeit entstehen in dem flüssigen Niederschlag — wie bei den flüssigen Niederschlägen mit Ferrocyankalium oder Alkalisilicat — Blasen, zusammenhängende Schaumwände oder Schaumzellen, die durch Wasseraufnahme aufquellen oder (z. B. beim Erstarren) durch Wasserabgabe sich zusammenziehen können.

Unter der weiteren Einwirkung der Kalksalze zerfallen die Schaumwände und Zellen in viele kleine Oelkugeln oder Oelblasen mit und ohne Kalkspatrhomboëder im Innern, auf denen sich die Kalksalzlösung periodisch ausbreitet, dieselben zu grösseren Massen vereinigt und gegen die Glaswand treibt, wo sie mit der flüssigen Oberfläche festkleben.

Die Aeste der Vegetationen, welche feste kohlensaure Alkalien in Kalksalzlösungen erzeugen, neigen sich dem Lichte zu, zeigen positiven Heliotropismus. Die in der Flüssigkeit schwebenden Oelkugeln, Blasen und Flocken, die mit flüssigem Calciumcarbonat bekleidet sind, wandern auf das Licht zu, zeigen positive Photodromie. Die Ursache beider Erscheinungen,

des Heliotropismus und der positiven Photodromie, ist wahrscheinlich die Verminderung der Viscosität des ölartigen Niederschlages von Calciumcarbonat durch die Belichtung.

Ausserdem bilden sich aus diesem ölartigen Niederschlag Linsen oder Sphärokrystalle.

Die Sphärokrystalle bestehen aus radial angeordneten Schläuchen mit Querwänden oder radial aneinander gereihten kugelförmigen Blasen, in welche die radialen Schläuche zerfallen sind. Schläuche, Schlauchkammern und Blasen haben Wände von ölartiger Flüssigkeit, sind mit wässeriger Flüssigkeit gefüllt, können sichtbar oder sehr klein und unsichtbar sein. Die Schläuche und Blasen der Sphärokrystalle quellen auf, indem Wasser durch die ölartigen Wände in das Innere diffundirt, und zerfallen, indem die Zusammensetzung der ölartigen Wände sich ändert, in einzelne Blasen. Je nach dem Zug oder Druck, der beim Aufquellen der Blasen und Schaumzellen auf die sehr klebrige ölartige oder nur teilweise festgewordene Wand ausgeübt wird, und je nach Form und Anordnung der Schaumzellen im Sphärokrystall ist die Doppelbrechung der aus Schaumzellen bestehenden Linse verschieden, kann der Sphärokrystall zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen mit einer Gipsplatte von einer Wellenlänge Gangunterschied positive und negative Doppelbrechung zeigen, oder complicirte Polarisationscurven.

Der Inhalt der Schaumkammern und Blasen oder die ölartigen Wände derselben können sich später, vielleicht unter Abgabe von Wasser, in doppeltbrechende Krystallmassen verwandeln, die dann für jede einzelne Schaumkammer oder Blase anders orientirt sein können.

Der Sphärokrystall entspricht in Entstehung, Bau und Eigenschaften den von Virchow entdeckten Myelinformen der Oelschäume aus wässerigen Lösungen ölsaurer Alkalien. Wahrscheinlich entstehen, wie eine einzelne Myelinform, auch die runden Hügel an der zuerst glatten Oberfläche der Linsen aus ölartigem Niederschlag von Kalksalz durch geringe Mengen einer Flüssigkeit C, die sich in regelmässiger Verteilung auf der Linsenoberfläche bildet, ausbreitet, die ölartige Flüssigkeit nach dem Ausbreitungscentrum hinzieht und dadurch gleichzeitig radial angeordnete Schaumzellen bildet.

Ausserdem scheidet sich der ölartige Niederschlag bei der Einwirkung der alkalischen Flüssigkeit auf das Kalksalz in kurzen Zwischenräumen oder periodisch ab. Bei dem Vordringen der einen Salzlösung zu der anderen bilden sich bald grössere, bald kleinere Schaumzellen, oder bald mehr, bald weniger kugelförmige Blasen, die in Zonen parallel der Peripherie der ursprünglich glatten Kugel- oder Linsenfläche verteilt sind.

Die hier an Kalklösungen beobachteten Erscheinungen müssen auch bei dem Aufbau des Kalkgerüstes der Tiere und Pflanzen der organischen Natur auftreten, wenn aus Eiweiss unter dem Einfluss der Luft kohlensaures Ammoniak entsteht und auf verdünnte Auflösungen von Kalksalzen oder Calciumbicarbonat einwirkt.

Uebrigens lassen sich mit Soda und Calciumnitrat oder -chlorid, ohne jede Spur einer organischen Substanz, Formen erhalten, die den Abbildungen von Bathybius oder Coccolithen ausserordentlich ähnlich sind.

Oberflächenspannung an der Grenze von Aether und Alkohol mit Wasser und wässerigen Salzlösungen. Die Oberflächenspannung der gemeinsamen Grenze von Aether und Wasser beträgt an einer frischen Grenzfläche 1,25 mg/mm und nimmt mit der Zeit ab, in drei Stunden um 33 Proc., indem das Wasser Aether und Aether Wasser aufnimmt.

Die Oberflächenspannung an der Grenze von Alkohol und Wasser ist sehr klein, nimmt mit der Berührungszeit beider Flüssigkeiten ab, bedingt die Wellen- und Schraubenlinien eines dünnen Wasserstrahls, der langsam in Alkohol einfliesst, und wird sehr bald Null.

Wässerige Salzlösungen (von Kupfersulfat, Mangansulfat, Ammoniumsulfat, Natriumsulfat, Magnesiumsulfat, Zinksulfat, Alaun, Salmiak) haben an der Grenze mit Alkohol eine Oberflächenspannung, deren Grösse 0,3 mg/mm oder kleiner ist, und mit der Concentration der Salzlösung und des Alkohols abnimmt.

Unter dem Einfluss dieser Grenzflächenspannung bilden die aus wässerigen Salzlösungen bei Zusatz von Alkohol in kurzen Zwischenräumen abgeschiedenen wasserreichen und alkoholreichen Salzlösungen zahlreiche Tropfen und Blasen, in denen wieder einzelne oder aneinander hängende Blasen

(Schaumzellen) aus alkoholreicher oder wasserreicher Salzlösung verteilt sind. Dabei bilden sich zuerst Röhren parallel dem Umfang und parallel dem Radius der Tropfen in regelmässiger Verteilung, die dann später durch Grenzflächenspannung Anschwellungen und Einschnürungen bekommen, oder in einzelne kugelförmige Blasen zerfallen.

Diese Blasen können Wasser aufnehmen und aufquellen, oder Wasser abgeben an den umgebenden Alkohol und kleiner werden, oder zu Krystallmassen erstarren. An den mehr oder weniger deformirten Krystallmassen ist noch die ursprüngliche Gestalt der flüssigen Blasen und Schaumzellen zu erkennen, aus denen sie entstanden sind.

Ein Krystall kann bei seinem Entstehen die übersättigte Salzlösung im Innern einer Nachbarblase durch Contact zum Krystallisiren bringen, die dann zu gleich orientirten Krystallen erstarrt. Eine Reihe Blasen kann auf diese Weise, eine nach der anderen, in feste Krystalle übergehen. Die aus den einzelnen Blasen erstarrten Krystallmassen können aneinander hängende oder voneinander getrennte gleich orientirte Krystallmassen bilden.

Wasser und wässerige Lösungen von Salz und Alkohol breiten sich an der Grenze von Salzlösung und Alkohol mit grösserer Concentration aus, erregen Ausbreitungswirbel, wirbeln die in der Flüssigkeit schwebenden Tropfen, Blasen oder aus ihnen abgeschiedenen Krystalle herum oder führen sie nach der wässerigen Salzlösung hin oder vereinigen sie zu grösseren Tropfen oder Blasen, oder sammeln sie an bestimmten Stellen an.

Die grossen, kleinen oder unsichtbaren Schaumkammern mit flüssigen oder von festen Krystallen durchsetzten oder aus festen Krystallen bestehenden Wände können gleich oder verschieden orientirte Krystallmassen in ihrem Innern oder in den kleinen Zellen der Schaumwände enthalten.

Die Schaummassen eines Salzes mit Wasser und Alkohol bilden Sphärokrystalle mit dunklem Kreuz, mit und ohne dunkle Ringe, mit positiver, negativer oder indifferenter Doppelbrechung, wie die Sphärokrystalle aus Calciumcarbonat, oder Myelinformen, wie die Myelinformen der Oelsäureschäume oder wie Stärkekörner.

Bei einem Teil der Sphärokrystalle rührt die Doppelbrechung her von den in den Schaumwänden verteilten festen Krystallen.

Die optische Doppelbrechung mit positivem oder negativem Charakter bei demselben Salze, zum Teil bei demselben Sphärokrystall, weist darauf hin, dass ein Teil der Schaumwände aus fester amorpher Substanz oder sehr klebriger Flüssigkeit besteht, die durch Zug- oder Druckkräfte beim Aufquellen und Eingehen (Schrumpfen) der Schaumzellen gedehnt oder comprimirt und dadurch doppeltbrechend geworden sind.

Krystallbildung. Die Krystallskelette oder Tannenbäume entstehen aus ölartiger Flüssigkeit A und wässeriger Flüssigkeit B mit Grenzflächenspannung an der gemeinsamen Grenze, indem die Flüssigkeit A hohle Röhren, Blasen und Schaumzellen in der Flüssigkeit B bildet. An die erstarrten und von strömender Flüssigkeit durchbrochenen Röhrenwände des Hauptstammes und der Seitenäste setzen sich die neuen, noch flüssigen Wände der Seitenäste oder Tannennadeln normal an. Bei schief angesetzten Seitenästen und Tannennadeln müssen die Wände aus ölartiger Flüssigkeit verschiedene Oberflächenspannung gehabt haben oder erstarrt sein, ehe die durch die Grenzflächenspannung bedingte Gleichgewichtslage erreicht war.

Gekrümmte oder schraubenförmige Krystalle sind aus Röhren oder Schaumzellen mit flüssigen Wänden von ölartiger Flüssigkeit entstanden. Die Wände oder der Inhalt der Röhren und Schaumzellen ist später zu Krystallen erstarrt, an denen sich noch die etwas geänderte Gestalt der Flüssigkeit erkennen lässt, aus der sie entstanden sind.

Trichiten bestehen aus Büscheln haarförmiger Krystallnadeln, hohlen Röhren mit Schaumzellen in den Wänden. Aehnlich wie bei den Sphärokrystallen scheiden sich aus einer Kugel oder Linse ölartiger Flüssigkeit, vielleicht durch Aufnahme kleiner Mengen fremder Substanz, Röhren, Blasen oder Schaumzellen periodisch ab, parallel dem Umfang oder parallel dem Radius der Linse in regelmässiger Verteilung. Die Nadeln wachsen, indem sich an die Spitze der Nadel neue Substanz ansetzt.

Ein Salz bildet mit Wasser eine kleine Menge salzreicher Lösung A und eine grosse Menge salzarmer Lösung B mit

merklicher Oberflächenspannung an der gemeinsamen Grenze, ähnlich wie ein Colloid.

Die Krystalle entstehen aus einer Gallerte oder aus unsichtbaren Schaumzellen mit ursprünglich flüssigen Wänden von ölartiger salzreicher Flüssigkeit A, gefüllt mit salzarmer Flüssigkeit B, welche beide später unter Wasserabgabe erstarren.

Es ist wahrscheinlich, dass kleine Mengen fremder Substanz die Bildung und Neigungswinkel der Schaumwände aus ölartiger salzreicher Flüssigkeit A und die Form der Schaumzellen wesentlich beeinflussen.

Die Krystalle von Eiweiss und Oxyhämoglobin stehen in der Mitte zwischen Sphärokrystallen, Myelinformen oder Trichiten und den eigentlichen Krystallen.

Die Absorption ultravioletter, sichtbarer und ultraroter Strahlen in dünnen Metallschichten;

von E. Hagen und H. Rubens.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

(Vorgetragen in der Sitzung vom 7. März 1902.)

(Vgl. oben S. 45.)

Directe Messungen der Absorption von Strahlen in dünnen Metallschichten liegen bisher nur in geringer Zahl vor. Der Grund hierfür ist zweifellos in der Schwierigkeit zu suchen, welche die Bestimmung sehr geringer Schichtdicken und die Eliminirung des durch Reflexion bedingten Lichtverlustes bietet. Von den hier in Betracht kommenden Untersuchungen ist in erster Linie Hrn. W. Wernicke's [1]) vortreffliche Arbeit zu nennen, welche die Absorption der sichtbaren Strahlen im metallischen Silber behandelt. Ausser ihm haben die Herren W. Rathenau [2]) und W. Wien [3]) ähnliche Versuche an Ag, Au, Pt, Fe, Ni angestellt. Indess scheinen Hrn. Rathenau's Versuche mit zu geringen Schichtdicken, bei denen das Reflexionsvermögen noch nicht constant ist, angestellt worden zu sein. Die von Hrn. Wien erhaltenen Absorptionswerte hinwiederum sind aus dem Grunde nicht mit den Ergebnissen anderer Beobachter und der Berechnung vergleichbar, weil hinsichtlich der benutzten Wellenlänge

---

1) W. Wernicke, Pogg. Ann. Ergänzungsband 8. p. 65. 1876.

2) W. Rathenau, Inaug.-Diss. 1889.

3) W. Wien, Wied. Ann. 35. p. 48. 1888.

— er stellte seine Versuche mit einer leuchtenden und einer nichtleuchtenden BUNSEN'schen Flamme an — sowie auch wohl hinsichtlich der verwendeten Schichtdicken Zweifel bestehen.

Unsere hier vorliegende Untersuchung unterscheidet sich von den vorstehenden im wesentlichen dadurch, dass sie sich ausser auf das sichtbare auch auf das ultraviolette und ultrarote Spectrum erstreckt. Sie betrifft die Metalle Gold, Silber, Platin und das Wellenlängengebiet 0,22—2,5 μ. Die angewendete Versuchsanordnung geht aus der schematischen Zeichnung auf p. 168 des vorigen Jahrganges dieser Verhandlungen hervor, wenn man sich den Teil der Figur links von F fortgenommen, bei c den Krater einer Bogenlampe hingebracht und die zu untersuchende Metallschicht in den Strahlengang zwischen F und J eingeschaltet denkt. Die Beobachtung erfolgte alsdann abwechselnd bei eingeschalteter und nicht eingeschalteter Metallschicht unter Benutzung des von uns früher beschriebenen, mit drei Fenstern versehenen Schirmes [1]), dessen oberstes durch eine rote, das zweite durch eine farblose Glasplatte und das unterste durch eine Quarzplatte bedeckt ist. Bei Versuchen mit Wellenlängen unterhalb 1 μ wurde ein mit Wasser gefüllter Quarztrog eingeschaltet. Die Messung der Strahlungsintensität mittels der im Beobachtungsrohr des Spectrometers angebrachten Thermosäule und die Beseitigung des Einflusses der diffusen Strahlung längerer Wellenlängen geschah, wie in unserer Arbeit über das Reflexionsvermögen der Metalle für ultraviolette Strahlen angegeben.

Wie dort, so bestanden auch hier alle Linsen aus achromatischen Quarz-Flussspatsystemen und das Prisma des Spectrometers aus Quarz. Die zu untersuchenden dünnen Metallschichten waren auf Quarzplatten niedergeschlagen. Beim Gold und Platin geschah letzteres durch Kathodenzerstäubung, beim Silber ausserdem auch auf chemischem

---

1) Vgl. E. HAGEN und H. Rubens, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 170. 1901.

Wege. Um endlich beim Gold noch auf andere Weise hergestelltes Material zu benutzen, wurde Goldschaum (echtes Blattgold) verwendet.

Für die Versuche wurden stets nahezu senkrechte Incidenzen und nur solche Schichtdicken verwendet, für die das Reflexionsvermögen bereits seinen oberen Grenzwert erreicht hat. Hierdurch war es möglich, aus Beobachtungen, welche mit derartigen, aber verschieden dicken Schichten angestellt waren, durch die Intensitätsmessung der auffallenden und durchgelassenen Strahlen nach Eliminirung des von der Reflexion herrührenden Lichtverlustes einerseits die Absorptionsconstanten a, andererseits die Extinctionscoefficienten g abzuleiten. Wir verstehen dabei unter der „Absorptionsconstante" den reciproken Wert derjenigen Weglänge, gemessen in μ, welche erforderlich ist, um den eindringenden Strahl auf $^1/_{10}$ seiner ursprünglichen Intensität zu schwächen. Bezeichnet also d die Dicke der Schicht in μ, J die eindringende, i die durchgelassene Intensität, so ist

$$\frac{i}{J} = 10^{-a d} \quad \text{und} \quad a = \frac{1}{d} \log \frac{J}{i}.$$

Die hier als „Absorptionsconstante" bezeichnete Grösse nennt Bunsen den Extinctionscoefficienten. Wir haben diese Bezeichnung nicht beibehalten, sondern wollen, wie dies in der Metalloptik nach dem Vorgang von Beer und Eisenlohr üblich ist, unter dem Extinctionscoefficienten die aus a durch Multiplication mit $\lambda / 4 \pi \mathfrak{M}$ ($\mathfrak{M}$ = Modul des natürlichen Logarithmensystems) hervorgehende Grösse verstehen. Hr. Wernicke bezeichnet diese Grösse mit g, Hr. Voigt mit $n . \varkappa$; wir wollen die erstere Bezeichnungsweise anwenden und setzen demgemäss

$$g = \frac{a \lambda}{4 \pi \mathfrak{M}}.$$

Die Messung der Schichtdicken erfolgte bei dem Gold und Platin durch Gewichtsbestimmung, beim Silber ausserdem auch noch durch Wägung der Schicht nach deren Jodirung, sowie drittens durch die Beobachtung der Interferenzstreifen der

Jodsilberschicht im reflectirten Lichte nach der von QUINCKE zuerst angegebenen und später von WERNICKE vervollkommneten Methode. Diese Versuche ergaben, dass das Silber schon in durchsichtigen Schichten normale Dichte besitzt, mag dasselbe chemisch niedergeschlagen oder durch Kathodenzerstäubung erhalten sein.

Was die durch die Messungen unmittelbar gewonnenen Resultate, d. h. das Verhältnis der durchgelassenen zur auffallenden (nicht der eingedrungenen) Strahlungsintensität, also die Durchlässigkeit der verschiedenen Metalle für die verschiedenen Strahlenarten anlangt, so zeigt das Silber in Uebereinstimmung mit den Angaben der Herren LIVEING und DEWAR[1]) ein scharf begrenztes Maximum der Durchlässigkeit bei Ultraviolett bei etwa $\lambda = 0{,}321\,\mu$, dessen Lage mit dem von uns früher beobachteten Minimum des Reflexionsvermögens genau zusammenfällt. Es verdient jedoch noch der Erwähnung, dass die von uns beim Silber beobachtete Durchlässigkeit für 0,221 μ wiederum etwas grösser ist als für 0,251 μ.

Stellt man sich ferner die Durchlässigkeit gleich dicker Schichten von Gold, Silber, Platin graphisch zusammen, so tritt dadurch der verschiedenartige Charakter der einzelnen Metalle äusserst deutlich hervor. Platin erweist sich als sehr stark und nahezu für alle Wellenlängen gleich stark absorbirend, und zwar zeigt es eine nur geringe Zunahme der Durchlässigkeit mit wachsender Wellenlänge. Gold ist im sichtbaren Spectrum bei weitem das durchlässigste der Metalle und hat zwischen $\lambda = 0{,}5$ und $\lambda = 0{,}55\,\mu$ ein ausgesprochenes Durchlässigkeitsmaximum. Silber endlich zeigt ausser dem bereits erwähnten Durchlässigkeitsmaximum für $\lambda = 0{,}321\,\mu$ bei dieser Wellenlänge eine etwa 1200 mal so grosse Durchlässigkeit als Platin.

Die nachfolgende Tab. 1 giebt die Zusammenstellung der für verschiedene Wellenlängen erhaltenen Werte der auf p. 57 erwähnten Grössen a und g.

---

1) G. D. LIVEING u. J. DEWAR, Chem. News 47. p. 121. 1883.

Tabelle 1.[1])

λ	Silber, chemisch niedergeschlagen		Silber, durch Kathodenzerstäubung erhalten		Gold		Platin	
	a	g	a	g	a	g	a	g
2,500	—	—	—	—	36,8	16,9	28,4	13,0
2,000	—	—	—	—	42,0	15,4	30,2	11,1
1,500	45,2	12,4	39,8	11,0	41,0	11,3	32,4	8,93
1,200	46,9	10,3	38,8	8,6	40,2	8,85	33,4	7,35
1,000	43,6	8,0	37,6	6,9	37,6	6,90	35,2	6,47
0,800	42,3	6,21	32,7	4,80	35,4	5,19	36,6	5,36
0,700	43,0	5,52	32,5	4,17	32,2	4,13	37,4	4,81
0,650	40,0	4,77	31,5	3,75	30,0	3,58	37,8	4,51
0,600	38,1	4,20	31,3	3,45	26,4	2,91	37,8	4,16
0,550	37,4	3,78	31,9	3,22	23,0	2,32	37,6	3,79
0,500	35,0	3,21	29,9	2,74	22,6	2,07	38,4	3,52
0,450	31,4	2,59	29,6	2,44	21,0	1,73	37,2	3,07
0,420	30,0	2,31	31,0	2,38	22,4	1,72	38,8	2,99
0,385	25,2	1,78	28,9	2,04	25,8	1,82	38,6	2,76
0,357	19,6	1,28	26,3	1,72	26,4	1,73	38,9	2,56
0,338	13,0	0,86	—	—	—	—	—	—
0,332	9,1	0,554	—	—	—	—	—	—
0,326	7,5	0,449	11,8	0,70	25,0	1,51	39,2	2,34
0,321	7,2	0,424	—	—	—	—	—	—
0,316	7,8	0,452	—	—	—	—	—	—
0,310	11,0	0,621	—	—	—	—	—	—
0,305	14,1	0,789	11,4	0,64	—	—	—	—
0,288	19,0	1,005	—	—	—	—	—	—
0,251	21,8	1,002	16,6	0,77	—	—	—	—
0,221	(16,6)	(0,68)	—	—	—	—	—	—

Die für die Grösse a beim Silber erhaltenen Daten, wenn dasselbe einmal chemisch niedergeschlagen, das andere Mal durch Kathodenzerstäubung erhalten wurde, zeigen bemerkenswerte Unterschiede. Im besonderen ist das Minimum im Ultraviolett bei dem chemisch niedergeschlagenen Silber

1) Alle Zahlenangaben bedeuten μ.

bedeutend stärker ausgeprägt. Auch wächst a für chemisch niedergeschlagenes Silber im sichtbaren Gebiet viel stärker mit der Wellenlänge als bei dem durch Kathodenzerstäubung erhaltenen. Dieser letztere Gegensatz entspricht einem Unterschied zwischen den nach den beiden Herstellungsarten gewonnenen Schichten, welcher bereits in dem äusseren Aussehen derselben deutlich hervortritt. Zwar sind die Schichten in beiden Fällen im durchgehenden Lichte blau, jedoch zeigen die durch Kathodenzerstäubung erhaltenen einen Stich ins Grau-Violette. Derartige Unterschiede sind indes auch schon bei Silberbelägen, welche nach verschiedenen Versilberungsverfahren hergestellt wurden, häufig beobachtet, so z. B. von W. Wien, O. Wiener etc. Trotzdem kann es sich hierbei in beiden Fällen um chemisch reines Silber handeln, wie denn auch die Dichte beider Silberschichtenarten mit der normalen des compacten Silbers übereinstimmt.

Die für Gold und für Platin in der Tabelle mitgeteilten Werte zeigen einen viel gleichmässigeren Verlauf, als das Silber. Das Minimum im Grün tritt bei dem Gold deutlich hervor, bei ihm sowohl wie beim Silber nimmt a vom Grün nach dem Ultrarot rasch zu, während beim Platin eine schwache Abnahme der Grösse a mit wachsender Wellenlänge eben noch erkennbar ist. Bei $\lambda = 0{,}6\,\mu$ schneidet die a-Kurve des chemisch niedergeschlagenen Silbers diejenige des Platins, dasselbe thut die a-Kurve des Goldes bei $\lambda = 0{,}9\,\mu$ und diejenige des zerstäubten Silbers bei $\lambda = 1\,\mu$, sodass das Platin im Gebiet der grössten, hier betrachteten Wellenlängen als das durchlässigste Metall erscheint, während es im Ultraviolett und im sichtbaren Teil des Spectrums das bei weitem undurchlässigste ist.

Ausser den Eingangs erwähnten Untersuchungen Wernicke's, bei denen die Grössen a und g durch Intensitätsvergleichung des eindringenden und durchgegangenen Lichtes ermittelt wurden, können auch die metalloptischen Untersuchungen von Jamin, Quincke, Drude zum Vergleich mit den unsrigen herangezogen werden. In jenen Arbeiten sind Messungen des Hauptazimuts und Haupteinfallswinkels für verschiedene Metalle enthalten, aus welchen man die Extinctionscoefficienten nach einer der metalloptischen Theorien berechnen kann. Die

so erhaltenen Werte von g sind in nachstehender Tabelle 2 mit denen von Hrn. Wernicke und uns zusammengestellt.

Tabelle 2.

Extinctionscoefficienten g des Silbers.

λ	g berechnet			g beobachtet		
	Jamin	Quincke	Drude	Wernicke	H. u. R. chemisch niedergeschlagen	H. u. R. durch Kathodenzerstäubung erhalten
0,656 μ (C)	3,5	3,4	—	3,57	4,84	3,81
0,630	—	—	4,04	—	4,54	3,63
0,589 (D)	2,8	2,9	3,67	3,26	4,12	3,40
0,527 (E)	2,6	2,5	—	2,94	3,49	2,99
0,486 (F)	2,3	2,2	—	2,71	3,01	2,66
0,429 (G)	2,1	1,8	—	2,40	2,41	2,40

Die Uebereinstimmung unserer, an zerstäubten Silberspiegeln erhaltenen Extinctionscoefficienten mit denen des Hrn. Wernicke ist gut, dagegen zeigen die für chemisch niedergeschlagenes Silber von uns ermittelten Werte eine erheblich stärkere Zunahme mit der Wellenlänge, was — wie bereits oben erwähnt — seinen Grund in einer anderen Modifikation beider Silberarten haben muss. Auch mit den theoretisch berechneten g-Werten zeigen unsere zuerst erwähnten Zahlen für Silber eine befriedigende Uebereinstimmung, desgleichen die für Gold und Platin (vgl. Tab. 3).

Tabelle 3.

λ	Gold			Platin		
	g ber.		g beob.	g ber.		g beob.
	Quincke	Drude	H. u. R.	Quincke	Drude	H. u. R.
0,656 μ (C)	2,9	—	3,69	4,2	—	4,58
0,630	—	3,20	3,31	—	4,54	4,37
0,589 (D)	2,5	2,82	2,82	3,7	4,26	4,08
0.527 (E)	1,8	—	2,20	3,3	—	3,66
0,486 (F)	1,4	—	1,96	3,1	—	3,39
0,429 (G)	1,3	—	1,72	2,9	—	3,02

Aus den in unseren früheren Arbeiten über das Reflexionsvermögen R[1]) und den hier gegebenen Extinctionscoefficienten für die gleichen Wellenlängen kann der Brechungsexponent n der betreffenden Metalle für die verschiedenen Wellenlängen mittels der Formel:

$$n = \frac{1+R}{1-R} \pm \sqrt{\left(\frac{1+R}{1-R}\right)^2 - (g^2+1)}$$

ausgerechnet werden. Eine derartige Berechnung wird indes stets mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet sein, da schon kleine Fehler in der Bestimmung des Reflexionsvermögens grosse Fehler in der Berechnung des Brechungsexponenten zur Folge haben müssen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Reflexionsvermögen im Ultraviolett leicht zu klein gefunden werden wird, da hier etwaige Fehler in der Politur einen erheblicheren Einfluss auf das Resultat haben, als im Gebiet längerer Wellen. Immerhin ist es von Interesse, dass die obige Formel in guter Uebereinstimmung mit den bisher vorliegenden Messungen von KUNDT, QUINCKE, DRUDE u. A. für Silber Werte von n liefert, welche von 0,63 für Ultrarot ($\lambda = 1,5\,\mu$), 0,4 im Rot, bis 0,22 im Blau allmählich sinken, im Ultraviolett ein Minimum von 0,2 erreichen, also bis hierher anomale Dispersion zeigen, um dann rasch bis 3,50 für $\lambda = 0,251\,\mu$ wieder anzusteigen.

Für Gold ergiebt die Berechnung mittels der obigen Formel in Uebereinstimmung mit älteren Angaben starke normale Dispersion; der Brechungsexponent wächst von 0,37 für $\lambda = 0,7\,\mu$ stetig bis 1,63 bei $0,45\,\mu$. Im Ultraviolett und im Ultrarot ist die Dispersion gering, im Ultrarot deutlich anomal und steigt hier von 0,37 bei $0,8\,\mu$ auf 0,88 bei $1,5\,\mu$.

Platin endlich ergiebt starke anomale Dispersion und sehr hohe Brechungsexponenten, wie aus nachstehenden Zahlen hervorgeht:

$n = 2,1$	bei	$\lambda = 0,45\,\mu$
3,1	„	0,7
4,5	„	1,2

Aus den auf p. 60 Abs. 2 bereits mitgeteilten Ausführungen geht hervor, dass die Reihenfolge der Werte der Absorptions-

1) E. HAGEN u. H. RUBENS, Zeitschr. f. Instrumentenk. 22. p. 42. 1902.

constante *a* für die von uns bisher untersuchten drei Metalle im Ultrarot mit derjenigen ihrer elektrischen Leitungsvermögen übereinstimmt. Sollte diese einstweilen nur für die gedachten drei Metalle festgestellte Thatsache mit der Maxwell'schen Theorie im Zusammenhang stehen, so müsste sie mit wachsender Wellenlänge noch schärfer hervortreten. Ausserdem würde dann bezüglich der Grösse *a* eine ähnliche Abhängigkeit von der Temperatur im Gebiete langer Wellen zu erwarten sein, wie für das elektrische Leitungsvermögen der Metalle. Wir beabsichtigen deshalb unsere Versuche, welche möglicherweise ein wichtiges Mittel zur Prüfung der Maxwell'schen elektromagnetischen Lichttheorie werden abgeben können, für sehr lange Wellen fortzusetzen.

Ueber die erste Schicht des Kathodenlichtes inducirter Entladungen; *von E. Goldstein.*

(Vorgelegt in der Sitzung vom 7. März 1902.)

(Vgl. oben S. 45.)

In neueren Veröffentlichungen werden die an der Rückseite durchbrochener Kathoden auftretenden Canalstrahlen gewöhnlich als identisch betrachtet mit der an der Vorderseite sichtbaren ersten Schicht des Kathodenlichtes, und einfach als deren Verlängerung angesehen, indem man der ersten Schicht eine hypothetische Ausbreitungsrichtung nach der Kathode hin beimisst. Es wird dabei übersehen, dass in der ersten Schicht zwei Strahlenarten von sehr verschiedenem Verhalten nachgewiesen werden können, von denen die eine sich in entgegengesetzter Richtung ausbreitet als die Canalstrahlen[1]), die andere, über deren Ausbreitungsrichtung sich Bestimmtes noch nicht angeben lässt, in vielen Eigenschaften von den Canalstrahlen mindestens quantitativ stark abweicht. — Einige Eigenschaften dieser zweiten Lichtart sollen im Nachfolgenden behandelt werden.

Während Canalstrahlen sich ausserhalb der Canäle, aus denen sie hervortreten, streng geradlinig ausbreiten, wurde es mir bei näherem Studium der ersten Schicht unverkennbar, dass der Umriss der letzteren stark geschweifte Formen zeigen kann. Dies findet statt, sobald unter dem Einfluss abstossender anodischer Wandladungen die Wurzel der sichtbaren Entladung, d. h. zugleich die Wurzel der ersten Schicht, nicht mehr die ganze Kathodenfläche bedeckt.[2]) Die Wandstelle, nach welcher die Umrisscurve hinstrebt, liegt um so weiter von der Kathode

---

1) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. 3. p. 207. 1901.

2) Vgl. E. Goldstein, l. c. p. 192ff.

ab, je geringer die Gasdichte ist, wie Fig. 1 dies schematisch für eine Reihe von aufeinander folgenden Verdünnungen V_1 V_2 V_3 charakterisirt. Die Stelle der Wand, nach welcher die Curve hinstrebt, fällt nahe zusammen mit der Stelle, an welcher der sogenannte Crookes'sche Raum die Gefässwand schneidet. Dass die Wurzel der sichtbaren Entladung, wie die Figur andeutet, sich desto mehr verengt, je geringer die Gasdichte ist, wurde schon l. c. p. 192 hervorgehoben. —

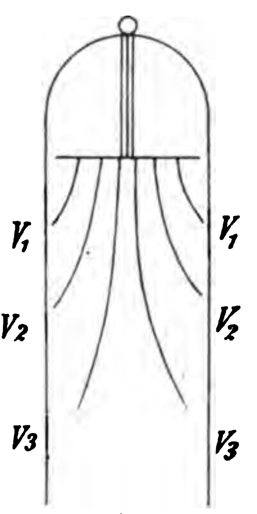


Fig. 1.

Der Magnet zeigt scheinbar einen sehr erheblichen Einfluss auf die betrachtete Componente der ersten Schicht.

Unter magnetischer Einwirkung deformirt und erweitert sich zunächst die Wurzel der ersten Schicht, und zwar ausschliesslich oder ganz vorwiegend nach derjenigen Seite, nach welcher die magnetisch deformirbaren gewöhnlichen Kathodenstrahlen abgelenkt werden. Diese Erscheinung ist bereits von E. Wiedemann u. Ebert wahrgenommen, jedoch als eine Art magnetischer Dispersion der gewöhnlichen Kathodenstrahlen gedeutet worden.[1])

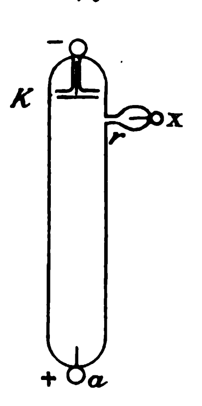


Fig. 2.

Ferner aber ändert der Magnet, und zwar schon ein leichter Handmagnet, die Krümmung der geschweiften Strahlen selbst sehr beträchtlich und biegt sie, je stärker das Magnetfeld ist, nach desto näher zur Kathode gelegenen Wandstellen. — Zur Fixirung der Vorstellungen sei weiterhin die cylindrische Versuchsröhre vertical, die zur Axe senkrechte scheibenförmige Kathode nahe dem oberen Röhrenende gedacht.

Befindet sich an der Röhre wie in Fig. 2 noch ein enger Seitentubus mit einer (vor-

1) E. Wiedemann u. H. Ebert, Sitzungsber. d. Erlang. med.-physik. Soc. vom 11. December 1891.

läufig unbenutzten) Elektrode x, so wird die Wurzel der ersten Schicht durch die anodische Wandladung wie gewöhnlich auf eine kleine centrale Fläche concentrirt. Es macht für die Erscheinungen des Kathodenlichtes dann keinen Unterschied, wenn man statt a den Draht x zur Anode macht, so lange die Mündung des Seitenrohres ausserhalb des sogenannten CROOKES'schen Raumes liegt. Liegt aber die Mündung von r innerhalb dieses Raumes, so springt die verengte Wurzel der ersten Schicht nach der Seite der Mündung weit vor mit um so spitzerem Ausläufer, je näher r dem Kathodenniveau liegt, und der vorher nach einem weit tieferen Punkt gerichtete Umriss der Schicht selbst krümmt sich an derselben Seite von der Wurzel aus nach dem oberen Rande des positiven Lichtes, welches die Mündung erfüllt.

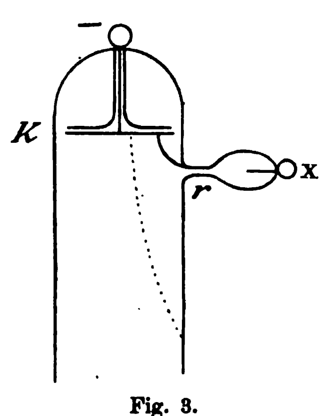


Fig. 3.

Die Erscheinung ist in nebenstehender Fig. 3 wiedergegeben; die punktirte Linie zeigt den Verlauf der Strahlen, wenn nicht x, sondern a die Anode ist.

Scheinbar wirkt also die Nähe der sonst abstossenden Anode hier anziehend. Doch überzeugt man sich leicht, dass die Anode hier nicht als solche unmittelbar wirkt. Denn ganz die nämlichen Formänderungen an der Wurzel und den Strahlen der ersten Schicht treten ein, wenn man x zu einer Kathode macht, indem man von K durch eine äussere Brücke einen Zweigstrom hinüberleitet. Dass keine directe Wirkung der Elektrode x vorliegt, erkennt man auch daran, dass die Erscheinungen an der Kathode K in gleicher Weise eintreten, selbst wenn r sehr lang und ausserdem im rechten Winkel umgebogen ist. — Von der Wurzel der sichtbaren ersten Schicht gehen die sichtbaren gewöhnlichen Kathodenstrahlen aus. Wenn nun die erste Schicht des Kathodenlichtes in der beschriebenen Weise deformirt wird, so werden die sichtbaren gewöhnlichen Kathodenstrahlen secundär ebenfalls beeinflusst, indem ihre Wurzel sich in der gleichen Weise wie die der ersten Schicht ändert. Die bis

dahin zur Kathode senkrechten gewöhnlichen Strahlen aber divergiren jetzt stark gegen die Normale, um so stärker, je weiter ihre Wurzel nach der Wand zu sich verschoben hat.

Besonders interessant ist, dass auch die Intensitätsverteilung in den gewöhnlichen Kathodenstrahlen jedesmal der Intensitätsverteilung in der Wurzel der ersten Schicht entspricht, gleichviel ob die letztere durch irgendwelche Einflüsse dilatirt und deformirt ist oder nicht, sodass man das Muster, welches die gewöhnlichen Kathodenstrahlen im Phosphorescenzlicht der Glaswand erzeugen, bereits in verkleinertem Maassstab an dem Muster erkennen kann, welches die Wurzel der ersten Schicht auf der Kathode bildet. — Das letztere Muster ist leicht dadurch erkennbar, dass die erste Schicht an der Kathodenoberfläche goldgelbes Natriumlicht hervorruft, wie es auch die Canalstrahlen, wo sie auftreffen, zu erzeugen pflegen. —

Befindet sich ferner, wie in Fig. 4, ein (senkrecht zur Ebene der Zeichnung gedachter) Draht *d* in der Nähe der scheibenförmigen Kathode, so wird derselbe, wie ich l. c. erwähnte, bei hinreichender Evacuation zu einer Anode. Er erzeugt dann einen Schattenraum durch Auseinanderdrängen der ersten Schicht (Schuster, Villard, Wehnelt). Dieser Schattenraum ist bisher so dargestellt worden, als wenn die Wände desselben zur Kathodenscheibe senkrechte, einander parallele Ebenen wären. Im allgemeinen ist dies jedoch nicht der Fall; die Strahlen der ersten Schicht verlaufen auch hier gekrümmt und zwar in ziemlich mannigfaltigen Formen, je nach der Stärke der Ladung des Drahtes, worauf hier aber nicht näher eingegangen werden soll. —

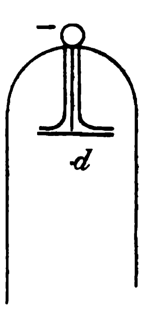


Fig. 4.

Erhält der Draht *d* aber eine, wenn auch nur äusserst schwache, negative Ladung, so erfolgt eine kräftige Anziehung der Strahlen der ersten Schicht; ihre Wurzel concentrirt sich auf der Scheibe in einem engen Fleck senkrecht über dem Draht, und die Strahlen schmiegen sich, gegen den Draht convergirend, dicht an ihn an. — Ist man auf diese Erscheinung einmal aufmerksam geworden, so findet man sie bei anderen

Anordnungen leicht wieder: Die Strahlen der ersten Schicht einer Kathode, die sich innerhalb des CROOKES'schen Raumes einer anderen Kathode befindet, zeigen stets eine Tendenz, sich gegen die Mitte der strahlenden Fläche der anderen zu neigen. Bei zwei parallelen, um einige Millimeter voneinander entfernten Drähten oder Streifen $d\,d'$ z. B. beobachtet man an den einander zugekehrten Seiten die in Fig. 5 skizzirte Form der Grenzen der ersten Schicht, während an den Aussenseiten die Strahlen nahe senkrecht zu den Drähten zu verlaufen scheinen.

d d'

Fig. 5.

Aus dieser Anziehung der Strahlen der ersten Schicht erklären sich nun die oben beschriebenen Erscheinungen.

Wie ich in der Mitteilung über sichtbare und unsichtbare Kathodenstrahlen erwähnte (l. c. p. 194), folgt auf die bei abnehmender Gasdichte sich immer mehr verlängernde anodische Wandzone an ihrem Ende eine schwach kathodische Zone. Die geschweifte Form der Strahlen der ersten Schicht erklärt sich nun daraus, dass die Strahlen im ersten (der Kathode näheren) Teil ihrer Bahn von der anodisch geladenen Wandzone abgestossen werden, während die darauffolgende kathodische Wandzone sie anzieht. Zu letzterer biegen sich daher ihre Enden wieder hin, und die Strahlen nehmen gegen die Wand concav geschweifte Form an. Dass die Strahlen sich nahe nach derjenigen Stelle der Wand krümmen, wo der CROOKES'sche Raum die Wand schneidet, ist dadurch bedingt, dass die kathodische Zone stets nahe der Grenze dieses Raumes beginnt. Da ferner diese Grenze bekanntlich mit abnehmender Gasdichte immer weiter von der Kathode zurückweicht, so krümmen die Strahlen sich dann nach immer tiefer gelegenen Wandstellen.

Andererseits wird durch den Magneten der CROOKES'sche Raum bekanntlich verengt. Die kathodische Wandzone wird also der Metallkathode wieder genähert. Daher krümmen sich die Strahlen unter der Einwirkung des Magneten wieder nach einer höher gelegenen Stelle. Wesentlich kommt dabei auch der Umstand in Betracht, dass die durch den Magneten auf der Wand condensirten gewöhnlichen Kathodenstrahlen die Glaswand an der Treffstelle zu einer relativ kräftigen neuen

Kathode machen[1]), welche die Strahlen der Metallkathode nun anzieht. — Die anodische Abstossung und die von ihr veranlasste Verkleinerung der Entladungswurzel ist um so stärker, je länger die anodische Zone ist. An derjenigen Seite, nach welcher der Magnet die gewöhnlichen Kathodenstrahlen ablenkt und ihre Enden der Kathode an der Wand nähert, wird durch die negative Ladung, die diese Strahlen erzeugen, die anodische Zone verkürzt und die Abstossung der Wurzel vermindert. Daher springt die Wurzel nach derjenigen Wandseite vor, nach der die gewöhnlichen Kathodenstrahlen abgelenkt werden. — Die beschriebene Wirkung des Magneten auf die erste Schicht ist also nur secundärer Natur.

Um die Erscheinungen zu erklären, die sich bei Röhren wie Fig. 2, also dann zeigen, wenn man positives Licht innerhalb des Crookes'schen Raumes auftreten lässt, hat man in Betracht zu ziehen, dass die Schichten, aus denen das positive Licht besteht, wie ich schon vor längerer Zeit gezeigt habe, von Strahlen gebildet werden, die mit den magnetisch deformirbaren gewöhnlichen Kathodenstrahlen qualitativ identisch sind, im besonderen auch hinsichtlich der Ausbreitungsrichtung im magnetischen Verhalten und im Sinne der Deflexion ganz mit ihnen übereinstimmen. Man wird also die Strahlen des positiven Lichtes analog wie die Kathodenstrahlen als Erreger (eventuell als Träger) negativer Ladungen anzusehen haben. Jedenfalls sind die das geschichtete positive Licht einschliessenden Glaswände von Entladungsröhren schwach kathodisch, wie die Entwickelung schmaler Crookes'scher Räume an ihnen zeigt. Deshalb krümmen die Strahlen der ersten Schicht sich nach der vom positiven Licht erfüllten Mündung des Seitenrohres. Die Wurzel der Strahlen springt nach der Seite der Mündung vor, weil dort die anodische Abstossung vermindert ist. —

Missverständnissen vorzubeugen, bemerke ich, dass die von Hrn. Wien beschriebenen starken Ablenkungen von Canalstrahlen bei der Einwirkung von Magneten unter die hier beschriebenen Ablenkungen nicht fallen. Denn die Canalstrahlen treten bei einer das Röhrenlumen sperrenden Kathode an der

---

1) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 198. 1901.

Rückseite der Kathode auf, die hier betrachteten schmiegsamen Strahlen an der Vorderseite. — Die enorme Empfindlichkeit, welche diese Strahlen und ihre Wurzel gegen die die Verteilung der Wandladungen bedingenden Lagenänderungen der gewöhnlichen Kathodenstrahlen und des positiven Lichtes zeigen, kann aber indirect zu erheblichen Aenderungen im Aussehen derjenigen Strahlen führen, die an der Rückseite der Kathode auftreten. Denn wie ich bereits früher erwähnte[1]), gehen die Canalstrahlen an der Rückseite nur von denjenigen Stellen aus, die vorn von Licht der ersten Schicht bedeckt sind. Da nun, wie gezeigt, diese Stellen durch secundäre Einflüsse leicht und erheblich geändert werden können, so können ebenso die Ausgangsstellen der Canalstrahlen verschoben werden. Dabei ist die Helligkeit der an der Rückseite auftretenden Strahlen an jeder Stelle proportional der Helligkeit des an der entsprechenden Stelle vorn gelagerten Lichtes der ersten Schicht. Ferner sind die Canalstrahlen z. B. einer planparallelen Platte im allgemeinen nicht einander parallel, sondern desto stärker gegen die Axe der Platte geneigt, je weiter die Ausgangsstelle von der Axe entfernt ist. Bei der Verschiebung der Wurzel der ersten Schicht an der Vorderseite nach verschieden von der Axe entfernten Stellen zeigen sich daher an der Rückseite der (durchlochten oder geschlitzten) Platte verschieden gegen die Axe geneigte Strahlen. — Unter Umständen wird an der Vorderseite auch nur die Helligkeitsverteilung geändert; dann wechselt entsprechend die Helligkeit der an der Rückseite austretenden Strahlen, und indem z. B. vorher matte Strahlen mit anderen, anders gerichteten Strahlen die Helligkeit tauschen, entsteht bisweilen der Anschein, als wären die ersten Strahlen in die Richtung der anderen umgelenkt. Alle diese Umstände können Ablenkungen der Canalstrahlen von sehr erheblichem Betrage vortäuschen, und es scheint mir, dass alle bisher vermeintlich constatirten starken Ablenkung von Canalstrahlen durch relativ geringe magnetische Kräfte auf derartigen secundären Wirkungen beruhen. Die Frage, ob wenigstens sehr kleine primäre Ablenkungen unter

---

1) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wissensch. zu Berlin 1886. p. 695; Wied. Ann. 64. p. 43. 1898.

sehr starken magnetischen Kräften schliesslich zu erzielen sind, soll hier nicht näher erörtert werden, ebenso wenig wie die Frage nach der Ausbreitungsrichtung der hier beschriebenen Strahlen der ersten Schicht. Der unmittelbare Augenschein legt die Annahme nahe, dass sie von der Kathode aus in den umgebenden Raum sich ausbreiten, — doch besteht, wie Eingangs erwähnt, in der Literatur auch die entgegengesetzte Annahme. Die Erscheinungen gestatten, soviel ich sehe, bisher keine sichere Entscheidung. Namentlich führt die Thatsache, dass eine Anode in den Strahlen der ersten Schicht einen bis zur Kathode reichenden Schattenraum entwirft, vorläufig nicht zu einer Bestimmung der Ausbreitungsrichtung, weil die Strahlen derart auseinander gedrängt werden, dass der Schattenraum sowohl vor wie hinter der Anode liegt.

Die zweite Art von Strahlen, die in der ersten Schicht des Kathodenlichtes auftritt, habe ich schon 1886 (l. c. p. 698) und in einer kürzlichen Mitteilung über Canalstrahlen[1]) erwähnt. Es sind die Strahlen, die, weithin den Raum erfüllend, stehen bleiben, wenn man durch einen kräftigen Handmagneten die gewöhnlichen Kathodenstrahlen einer undurchbrochenen Platte zur Seite biegt. Sie sind goldgelb in Luft, rosa in Wasserstoff gefärbt. An der Glaswand erzeugen sie goldgelbes Licht durch Zersetzung von Natriumsalz. Dass ihre Ausbreitung geradlinig ist und scharf begrenzte Schatten in ihnen erzeugt werden können, hatte ich l. c. bereits erwähnt. Näheres über diese den Canalstrahlen nahe verwandten Strahlen soll an anderem Orte berichtet werden.

1) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 207. 1901.

Erwiderung an Hrn. F. Neesen;
von G. W. A. Kahlbaum.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 7. März 1902.)

(Vgl. oben S. 45.)

Hr. NEESEN bemängelt in diesen Verhandlungen[1]) einige in meinem Aufsatz „Glossen zu der selbstthätigen Quecksilberpumpe“ gemachte Angaben. Darauf ist folgendes zu entgegnen.

1. In meiner Arbeit[2]) heisst es: „Es hat denn auch bei einer von NEESEN im April 1899 vorgenommenen Prüfung bei acht concurrirenden in drei von vier Fällen unser Princip die besten Resultate ergeben.“ (Ich habe also gesagt „unser Princip“, nicht „meine Pumpe“.) Das ist die absolut genaue Uebersetzung in Worte der in NEESEN's Tabelle angegebenen Zahlenresultate.

Dass Hr. NEESEN falsche Zahlen angiebt, kann ich nicht wissen, und dies um so weniger, wenn er auch da, wo er in der gleichen Zeitschrift auf sein Thema zurückkommt, nicht Gelegenheit nimmt, so grobe Druckfehler zu verbessern. Direct aber als solcher zu erkennen, wie Hr. NEESEN angiebt, ist der Druckfehler durchaus nicht, im Gegenteil machen die Zahlen, wie sie da stehen, einen durchaus richtigen Eindruck.

Selbst aber wenn die jetzt angegebenen Zahlen dastünden, d. h. statt der 6 eine 35, so würden sie nicht gegen meine Pumpe zeugen, denn die Pumpe ist keine meiner Pumpen, es ist vielmehr eine Nachahmung, und zwar — wie hier beiläufig bemerkt sei — eine nach dem Patentgesetz unerlaubte Nachahmung meiner Pumpe. Dass aber dem so ist, weiss Hr. NEESEN, denn ich habe dieselbe Pumpe, die er als sehr vereinfacht rühmt, in meinen „Glossen“ p. 593 ausdrücklich

---

1) F. NEESEN, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 4. p. 30. 1902.

2) G. W. A. KAHLBAUM, Ann. d. Phys. 6. p. 592. 1901.

als „nachgemacht" bezeichnet und ihre Minderwertigkeit mit Hrn. NEESEN's eigenen Zahlen belegt. Ich kann es also nur bedauern, dass Hr. NEESEN seinen Druckfehler nicht eher berichtigt hat; ich hätte damit nur einen weiteren Beleg für das Zweckdienliche dieser „sehr vereinfachten" Construction gewonnen.

2. Die neuen Prüfungen des Hrn. NEESEN. Da wird zuerst gesagt: „Für die KAHLBAUM'sche Pumpe besonders ist eine kräftige Vorpumpe günstig" (l. c. p. 32). Das ist unrichtig. — Ich besitze gar keine anderen Vorpumpen als die kleinen Wasserstrahlpumpen, kann also andere gar nicht anwenden; und ist es mir bei den Prüfungen ganz gleichgültig, ob diese Pumpen bis 10, 12 oder 14, auch 16 mm ziehen, bei kleinen Räumen, bis etwa 500 ccm, arbeiten die Quecksilberpumpen bis zum Druck von etwa 1 mm so schnell, dass es auf ein paar Millimeter mehr oder weniger abzusaugenden Druckes gar nicht ankommt.

Bei der Prüfung von acht Handpumpen, d. h. sämtlicher bisher gelieferter, der Nr. 29, 47, 49, 50, 72, 99, 104, 117, die alle ganz ohne Vorpumpe arbeiten, ergab sich als mittlere Leistung: Evacuirt wurden etwa 400 ccm

in 15 Minuten auf 0,00025 mm Druck
in 30 „ „ 0,000063 mm „

Für die selbstthätigen Pumpen sind die entsprechenden Zahlen für 500 ccm

in 15 Minuten auf 0,000165 mm Druck
in 30 „ „ 0,000069 mm „

Die obige Behauptung, dass für meine Pumpe „besonders eine kräftige Vorpumpe günstig" sei, ist daher nicht begründet.

Die Messungen selbst nun, die Hr. NEESEN in einer Tabelle auf p. 34 mitteilt, sind ganz bedeutungslos, die Resultate dementsprechend.

a) Weil man mit „ziemlich scharf zu bestimmenden Lichterscheinungen" (l. c. p. 33) keine genauen Messungen anstellen kann, und doch giebt Hr. NEESEN die zur Verdünnung notwendige Zeit bis auf 6 Sec. genau an, z. B. 3,7 Min., 9,2 Min.! — Welches Auge kann wohl nach 10 Minuten langem Beobachten der Lichterscheinungen in einer Röntgenröhre das

erste Aufflackern des grünen Phosphorescenzlichtes auf 6 Sec. sicher angeben! —

b) Weil jede auch nur geringe Verschiedenheit der Stromstärke das Auftreten der beobachteten Lichterscheinungen, wegen der von den Glaswandungen bei jeder elektrischen Beanspruchung sich lösenden Luftteilchen, zeitlich verschiebt.

Hätte Hr. Neesen nicht mit der Pumpe gewechselt, sondern mit der gleichen Pumpe die gleiche Röhre unter sonst gleichen Umständen viermal hintereinander ausgepumpt, so würde er ein Bild erhalten haben, ganz so wie es seine Tabelle zeigt. Die Schnelligkeit der Evacuation wächst mit der Zahl der schnell aufeinander folgenden Operationen, besonders bei gleichzeitigem Durchgehen des Stromes unter sonst ganz gleichen Umständen, d. h. wenn z. B. dabei die Temperatur des Apparates sich nicht ändert.

Natürlich behaupte ich keineswegs, dass die Versuche in der aufgeführten Reihenfolge angestellt sind — darüber weiss ich nichts —, aber ich werte die gegebene Tabelle unter anderem auch dadurch, dass ich constatire: man kann, ohne mit der Pumpe zu wechseln, eine ganz analoge Tabelle zusammenstellen.

c) Weil „während des Versuches die Röhre dauernd erhitzt" wurde. — Mit jeder Temperaturänderung wechselt der Druck im Apparate, gleichgültig, wie lange derselbe erhitzt wird. Ich habe bis zu 600 Stunden ununterbrochen erhitzt und nach dieser Zeit noch diese Aenderung feststellen können. Mit dem Druckwechsel variirt aber auch die Zeit des Auftretens der Lichterscheinungen, die Hr. Neesen zum Vergleich heranzieht. Die Temperatur aber, bis zu welcher die Messröhre bei jedem der nicht nebeneinander hergehenden, sondern offenbar aufeinander folgenden Versuche erhitzt wurde, lag, da sie mit dem Druck der städtischen Leitung, auch bei Innehaltung sonst vollkommenster Gleichförmigkeit der Erhitzung, ständig wechselt, gar nicht in der Hand des Beobachters.[1])

---

1) Sollte ich hier in Bezug auf die Art der Erwärmung der Röhre von falschen Voraussetzungen ausgehen, bitte ich um Entschuldigung; auf directe Anfrage bei Prof. Neesen wurde mir aber bedeutet, diese sei Geheimnis.

Da somit in keiner Weise der Nachweis erbracht ist, dass immer unter sonst durchaus gleichen Umständen beobachtet wurde, man vielmehr das Gegenteil anzunehmen voll berechtigt ist, so geht, wie gesagt, dem Resultat des Vergleiches jedwede Bedeutung ab. —

3. Hat Hr. Neesen noch einen principiellen Einwand gegen meine Messmethode. Er sagt: „Diese Methode“ — Zusammenpressung eines bekannten grossen Volumens auf ein bekanntes kleineres — „giebt nun, wenn man zunächst von etwaiger Verdichtung des Gases an den Wänden des Gefässes beim Zusammendrücken absieht, wohl den Druck im Volumometer, aber durchaus noch nicht den in den übrigen Teilen des luftleer zu machenden Raumes ... Erst wenn das Volumometer hinter dem Recipienten angeordnet ist, wie das bei meinen früheren Vergleichsversuchen der Fall war, kann man sagen, dass die im Recipienten erreichte Verdünnung mindestens gleich der durch den Druckmessapparat angegebenen ist.

Daher ist der von Kahlbaum gezogene Vergleich, wonach eine seiner Pumpen 30 Minuten zur Erreichung eines Verdünnungsgrades gebraucht, welchen eine von mir benutzte nicht einmal in 17 Stunden erreichte, ganz inhaltlos.“

So weit Hr. Neesen. Nur handelt es sich bei diesem Vergleich einmal nicht um eine meiner Pumpen, sondern um den Mittelwert mit 30 derselben erreichter Resultate, die nach 30 Minuten Arbeitens günstigere waren, als das von Hrn. Neesen mit einer seiner Pumpen in 17 Stunden erzielte Resultat.

Sonst sind die Einwendungen des Hrn. Neesen voll und ganz berechtigt, nur die eine Kleinigkeit hat er übersehen, nämlich, dass nicht nur bei diesen 30, sondern bei allen meinen, die Zahl 100 weit übersteigenden vergleichenden Messversuchen mein Apparat genau die von ihm als allein richtig bezeichnete Anordnung hatte, **das Volumometer zu hinterst;** sodass für alle diese Versuche sein Ausspruch gelten muss, dass die erreichte Verdünnung mindestens gleich der durch den Druckmessapparat angegebenen sein muss. —

Ich habe meine Glossen mit der Aufstellung von ein paar

ganz allgemein gültigen Grundregeln geschlossen, die bei der Construction leistungsfähiger Quecksilberluftpumpen unbedingt befolgt werden müssen, nämlich: möglichst einfacher Aufbau, continuirlicher Betrieb, weite Leitungsröhren, und für die Tropfpumpe lange Fallröhren bei genauem Abstimmen von Zu- und Abfluss. Ich füge hier zum Schluss eine Angabe bei über die einzig zulässige Art der vergleichenden Prüfung der Leistungsfähigkeit. Diese ist allein: die Evacuation des gleichen, stets mit dem gleichen Leitungsrohr und dem gleichen, dazwischengelegten Trockenapparat versehenen Volumometers unter Vermeidung jedweder Erhitzung wie auch elektrischer Entladung im Vacuum. Nur unter Befolgung dieser Grundregeln wird es Hrn. Neesen gelingen, vergleichende Resultate zu erzielen, denn ganz allein auf diese Weise wird es ihm möglich sein, die für einen zu ziehenden Vergleich nun einmal unerlässlichen, absolut gleichen Umstände jedesmal und einwandfrei wieder zu gewinnen.

Sollte es Hrn. Neesen unter Beachtung der von mir aufgestellten Grundsätze gelingen, seine langjährigen Bemühungen durch die Construction einer tadellos wirkenden Pumpe zu krönen, — aber sie muss auch wirklich so wirken und nicht, wie die auf p. 33 seiner Bemerkung unter II aufgeführte, nur „eigentlich“ so arbeiten sollen, es aber nicht thun — und ihre Ueberlegenheit auf dem angegebenen Wege nachzuweisen, so werde ich der Erste sein, der ihn zu seinem Erfolge neidlos, nein dankbar, beglückwünscht.

Basel, Sonntag Reminiscere 1902.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 6.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 21. März 1902.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Hr. **W. v. Bezold**, welcher persönlich am Erscheinen verhindert ist, übersendet einen

Nachruf auf MAX ESCHENHAGEN.

Hr. **R. Börnstein** spricht ferner

Zur Erinnerung an HANS BARTSCH VON SIGSFELD.

Hr. **M. Thiesen** hält dann einen Vortrag

über die gegenseitige Zuordnung der Elemente zweier Scharen nach den Gesetzen des Zufalls.

Hr. **E. Goldstein** giebt ferner Erläuterungen zu seiner in der Sitzung vom 7. März vorgelegten und in diesen Verhandlungen p. 64—71 abgedruckten Mitteilung

über die erste Schicht des Kathodenlichtes inducirter Entladungen.

Hr. **H. Starke** legt endlich eine von ihm in Gemeinschaft mit Hrn. **L. Austin** ausgeführte Arbeit

über die Reflexion der Kathodenstrahlen und eine damit verbundene neue Erscheinung secundärer Emission

vor.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Dr. FRANZ LINKE, Potsdam, Schwerdtfegerstrasse 5.

(Vorgeschlagen durch Hrn. BÖRNSTEIN.)

Hr. Dr. KARL STOECKL, München, Amalienstrasse 44a.

(Vorgeschlagen durch Hrn. GRÄTZ.)

Hr. Dr. VOM HOFE, Grosslichterfelde bei Berlin, Stubenrauchstr. 5.

(Vorgeschlagen durch Hrn. SIEBEN.)

Hr. Dr. HEINRICH GAEDECKE, Charlottenburg, Uhlandstrasse.

(Vorgeschlagen durch Hrn. HAGEN.)

Nachruf

auf

Max Eschenhagen.

Von W. v. Bezold.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. März 1902.)

(Vgl. oben S. 77.)

Am 12. November vorigen Jahres verstarb unser Mitglied Professor Max Eschenhagen, Vorsteher der magnetischen Abteilung des Meteorologischen Instituts und des Magnetischen Observatoriums bei Potsdam.

In ihm verlor die erdmagnetische Forschung einen ihrer thätigsten und erfolgreichsten Förderer, das Meteorologische Institut einen seiner hingebendsten und hervorragendsten Beamten.

Geboren am 22. October 1858 zu Eisleben, woselbst sein Vater Zimmermeister und Stadtrat ist, besuchte er zuerst die Schulen zu Eisleben und Nordhausen und bezog im Jahre 1877 die Universität Halle, um sich dem Studium der Mathematik, Physik und der beschreibenden Naturwissenschaften zu widmen. Im Jahre 1880 promovirte er daselbst mit einer Dissertation „Ueber das Niveau einer Flüssigkeit, in welche zwei verticale parallele Platten getaucht sind“.

Nachdem er in dem darauffolgenden Jahre das Oberlehrerexamen bestanden und sein Probejahr in Eisleben vollendet hatte, erhielt er im October 1882 eine Lehrerstelle in Hamburg.

Um jene Zeit war ein grosses internationales Unternehmen im Gange, das in erster Linie der magnetischen Forschung dienen sollte: die internationalen Polarexpeditionen während der Jahre 1882/83.

Der um die Polarforschung so hochverdiente österreichische Marineofficier KARL WEYPRECHT, ein geborener Rheinhesse, der Entdecker von Franz-Josephs-Land, hatte bald nach der Rückkehr von seiner zweiten Polarfahrt den Gedanken angeregt, dass an die Stelle vereinzelter Expeditionen, die wesentlich geographische Ziele verfolgten, mindestens ein Jahr lang gleichzeitig meteorologische und magnetische Stationen in den Polargegenden thätig sein sollten, da nur auf diesem Wege ein tieferer Einblick in die Verhältnisse der Polarregionen und damit ein namhafter Fortschritt auf einem der wichtigsten Gebiete der Physik der Erde zu erhoffen sei.

Dieser Gedanke kam erst nach vielen Bemühungen seines Urhebers um die oben genannte Zeit zur Verwirklichung.

Vom August 1882 an waren alsdann ein Jahr hindurch, zum Teil noch etwas länger, zwölf Stationen innerhalb oder nahe bei der nördlichen Polarzone thätig, und zwei möglichst weit nach dem Südpol vorgeschobene, wobei man sich freilich mit etwas niedrigeren Breiten begnügen musste.

Deutschland hatte sich an diesem Unternehmen mit zwei grossen und einer kleinen Expedition beteiligt. Zur Durchführung des Werkes war eine Reichscommission eingesetzt worden, deren oberste Leitung ihren Sitz an der Seewarte in Hamburg hatte. Dort hatten die Vorbereitungen für die auszusendenden Expeditionen ihren Mittelpunkt gefunden, und dort sollten die Beobachtungsergebnisse verarbeitet werden.

Am 1. Februar 1883 wurde ESCHENHAGEN dieser Commission zugeteilt und dort fand er reichliche Gelegenheit, sich unter der Leitung des in magnetischen Untersuchungen so vielfach thätig gewesenen und so ausgezeichnet bewanderten Directors der Deutschen Seewarte, G. VON NEUMAYER, sowie des Directors des Marineobservatoriums in Wilhelmshaven C. BÖRGEN, mit dem Wesen und den Aufgaben der erdmagnetischen Forschung vertraut zu machen.

Die Bearbeitung der von den deutschen Polarstationen angestellten magnetischen Beobachtungen für das grosse Berichtswerk, an der ESCHENHAGEN mitzuwirken hatte, regten ihn bald zu eigenen Untersuchungen an, die teils in dem genannten Werke, teils anderwärts erschienen sind. Einige derselben behandelten allgemeinere Fragen aus dem Gebiete des

Erdmagnetismus, andere solche instrumenteller Natur; und damit betrat er das Arbeitsfeld, auf dem er später die schönsten Erfolge erringen sollte.

Im Dienste der Polarcommission blieb er bis zum 30. Juni 1887, dann wurde er Assistent an dem Marineobservatorium in Wilhelmshaven, wo ihm auch wieder in erster Linie die magnetischen Beobachtungen und deren Bearbeitung zufielen. Man geht jedoch kaum fehl, wenn man annimmt, dass seine Thätigkeit an einer Sternwarte, denn als eine solche darf man doch das Observatorium in Wilhelmshaven sicher auch bezeichnen, wesentlich dazu beigetragen hat, seinen Sinn für die äusserste Genauigkeit zu erwecken, sowie ihm die grosse Gewandtheit und Sicherheit im praktischen Rechnen zu verleihen, welche ihm später so sehr zu statten kamen. Aus der Zeit seiner Thätigkeit in Wilhelmshaven stammen ebenfalls eine Anzahl von Abhandlungen ähnlicher Art, wie die bereits erwähnten. Auch hat er damals schon mit einer magnetischen Landesaufnahme in engerem Rahmen begonnen, indem er die erdmagnetischen Elemente von 40 Stationen im nordwestlichen Deutschland bestimmte. Die Ergebnisse dieser Aufnahme wurden alsdann von dem hydrographischen Amt des Reichsmarineamtes veröffentlicht.

Inzwischen hatte die Reorganisation des Königlich Preussischen Meteorologischen Institutes im Herbst 1885 ihren Anfang genommen. Es war hierbei grundsätzlich vorausgesetzt, dass an dem bei Potsdam neben dem Astrophysikalischen Observatorium zu erbauendem Observatorium des Institutes — das Centralinstitut sollte in Berlin bleiben — nicht nur meteorologische, sondern auch erdmagnetische Beobachtungen anzustellen seien, und zwar wurde mit Rücksicht auf die geringeren und deshalb leichter zu beschaffenden Geldmittel im Frühjahr 1888 zuerst mit dem Bau des magnetischen Observatoriums begonnen.

Hierbei diente das von Hrn. Mascart im Parc St. Maur errichtete als Vorbild, doch wurde für Potsdam ein erheblich grösserer Maassstab gewählt; auch waren Heiz- und Ventilationsanlagen vorgesehen, um die Temperatur in den Beobachtungskellern constant, und die Luft rein zu erhalten. Desgleichen stand es fest, dass für die Registrirung die von Hrn. Mascart

construirten Magnetometer benutzt werden sollten, während für die directen Ablesungen Apparate vorgesehen waren, wie sie nach Hrn. Wild in Pawlowsk verwendet werden.

Als es sich nun darum handelte, einen Leiter für das neue Observatorium zu finden, konnte die Wahl auf keinen anderen fallen, als auf Eschenhagen, der sich mit solchem Nachdruck und so schönen Erfolgen auf die erdmagnetischen Studien verlegt hatte, und von dem man erwarten konnte, dass ihm noch eine recht lange erspriessliche Wirksamkeit vorbehalten sei.

Diese Voraussetzung sollte sich bezüglich der Dauer leider als trügerisch erweisen; dagegen war seine Gesamtleistung innerhalb der kaum 13 Jahre, die er an dem Observatorium in Potsdam wirkte, eine so hervorragende, dass sie ihm ein dauerndes Andenken in der Geschichte dieses Wissenszweiges sichert.

Als er am 15. April 1889 seine Stelle als Vorsteher des Observatoriums oder, wie es damals hiess, als Observator antrat, handelte es sich vor allem darum, die bereits bestellten Instrumente aufzustellen und zu ergänzen. Insbesondere war es notwendig, zu den Mascart'schen Instrumenten einen neuen Registrirapparat zu construiren, der es gestattete, die grösseren Räume des Potsdamer Observatoriums wirklich auszunutzen.

Diese Construction gelang Eschenhagen in Verein mit dem Berliner Mechaniker Wanschaff in hervorragender Weise, und die gelieferten Registrirungen dürfen geradezu als mustergültig bezeichnet werden. Auch ermöglichte es Eschenhagen durch seine rastlose, umsichtige Thätigkeit, dass bereits am 1. Januar 1890 mit den laufenden Beobachtungen begonnen werden konnte.

Von da an war sein Bestreben unablässig dahin gerichtet, die Feinheit und Zuverlässigkeit der magnetischen Beobachtungen immer mehr zu erhöhen. Dies war selbstverständlich nur möglich durch Vervollkommnung der magnetischen Messinstrumente, und so entstanden unter seiner Leitung und nach seinen Angaben in Verbindung mit ausgezeichneten Mechanikern eine Reihe teils wesentlich neuer Instrumente, teils vieler einzelner, scheinbar geringfügigerer, in Wahrheit aber doch sehr wichtiger Constructionen zur Ergänzung und Verbesserung bereits vorhandener.

Wie rasch alle diese Neuerungen Anerkennung fanden, geht daraus hervor, dass bald nach der Vollendung der ersten Einrichtungen des Observatoriums Fachgelehrte aus aller Herren Länder nach Potsdam kamen, um sich mit den dortigen Instrumenten und Beobachtungsmethoden vertraut zu machen, und ihre Reiseinstrumente zu vergleichen.

Es ist hier nicht der Ort, um auf Einzelheiten einzugehen, sondern es mag genügen, darauf hinzuweisen, dass Eschenhagen über seine Arbeiten in verschiedenen Abhandlungen berichtet hat, die in wissenschaftlichen Zeitschriften, insbesondere in der von Hrn. L. A. Bauer in Washington herausgegebenen „Terrestrial Magnetism", veröffentlicht sind, während eine zusammenhängende Beschreibung der gesammten Einrichtung und Ausrüstung des Potsdamer Observatoriums, soweit sie bis 1894 vollendet war, in „den Ergebnissen der Magnetischen Beobachtungen in Potsdam in den Jahren 1890 und 1891" zu finden ist. Mehrere inzwischen hinzugekommene, nach Eschenhagen's Angaben gebaute Instrumente sollen noch nachträglich in den Schriften des Observatoriums beschrieben werden.

Neben diesen Arbeiten instrumenteller Natur hatte er aber auch die Ausführung grosser weittragender Unternehmungen ins Auge gefasst.

So gab er nach einigen, auf privater Verabredung beruhenden Vorversuchen in kleinerem Maassstab im Jahre 1895 die Anregung zur Anstellung sogenannter Simultanbeobachtungen an den verschiedensten Observatorien der Erde, eine Anregung, die alsdann von Seiten des Meteorologischen Institutes in die Wege geleitet wurde.

Aehnliche internationale gleichzeitige Beobachtungen waren schon in den dreissiger Jahren des vorigen Jahrhunderts von den Mitgliedern des von Gauss und Weber ins Leben gerufenen magnetischen Vereins an den sogenannten Terminstagen ausgeführt worden. Auch während der Jahre 1882/83, d. h. in der Zeit der internationalen Polerforschung, wurden derartige Terminsbeobachtungen von neuem aufgenommen.

Nachdem nun inzwischen die Beobachtungshülfsmittel so sehr vervollkommnet waren, schien es angezeigt, abermals ähnliche, ausserordentlich verschärfte, absolut gleichzeitige

Beobachtungen in Gang zu bringen, da solche allein Aussicht gewähren, das Wesen der magnetischen Störungen zu enträtseln.

Wegen der grossen Mühe, die derartige Beobachtungen verursachen — die Ablesungen sollten von 5 zu 5 Secunden vorgenommen werden — beschränkte sich ESCHENHAGEN darauf, für das Jahr 1896 nur zwei einstündige Termine in Vorschlag zu bringen, wofür die Monate Februar und März gewählt wurden, d. h. jene Monate, in denen man die meisten Störungen zu erwarten hat.

Thatsächlich fiel auf eine dieser Stunden, nämlich am 28. Februar auf 6—7 Uhr Abends Greenwicher Zeit, eine starke magnetische Störung. Professor A. SCHMIDT in Gotha hat später die Beobachtungen dieser einen Stunde zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung gemacht und kam dabei zu dem Ergebnis, dass sich die Erscheinungen aus dem Vorüberziehen eines Wirbels elektrischer Ströme erklären lassen, dessen Mittelpunkt mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 1 Kilometer in der Secunde die oberen Atmosphärenschichten in hohen nördlichen Breiten durcheilt.

Dieser Nachweis bildet eine der schönsten Errungenschaften der neueren erdmagnetischen Forschung.

Die hohen Anforderungen, welche die Ausführung solcher Terminsbeobachtungen an die Ausdauer der Beobachter stellt, veranlassten ESCHENHAGEN zu der Construction besonderer Registrirapparate, die es gestatten, viel kleinere und raschere Aenderungen der erdmagnetischen Elemente aufzuzeichnen, als es bis dahin möglich war, und die überdies die vielseitigste Verwendung zulassen. So zeigten sie sich z. B. zu der Untersuchung der Störungen durch elektrische Bahnen als hervorragend geeignet.

Indem ESCHENHAGEN einerseits noch kleinere Magnete benutzte, als vor ihm LAMONT und MASCART, andererseits aber anstatt der sonst zur Aufhängung dienenden Seidenfäden oder Drähte Quarzfäden nahm, wobei ein dickerer Faden gleich die beiden des Bifilars ersetzt, gelang es ihm, die Empfindlichkeit der Magnetometer ganz ausserordentlich zu steigern.

Gleichzeitig gab er den eigentlichen Registrirapparaten eine äusserst compendiöse Form, während eine einfache Ein-

rückungsvorrichtung gestattet, die Walze mit dem lichtempfindlichen Papier nach Belieben das eine Mal in 24 Stunden, das andere Mal in 2 Stunden einen Umlauf vollenden zu lassen. Dabei sind die Abmessungen der Walze so gewählt, dass die Stunde in dem einen Falle auf der Abscissenaxe 20 mm, in dem anderen 240 mm abschneidet.

Man kann dementsprechend diese Instrumente, denen Eschenhagen den Namen der Feinregistrirapparate gegeben hat, ebensowohl zu den gewöhnlichen Registrirungen benutzen, als auch zu besonderen Zwecken, wie während der Terminstunden, wo man die höchsten Ansprüche zu stellen hat.

Wegen dieser ausserordentlich wertvollen Eigenschaften haben sie auch rasch eine grosse Verbreitung erlangt. Insbesondere sind die gegenwärtig in Gang befindlichen Polarexpeditionen beinahe sämtlich mit solchen Apparaten ausgerüstet.

Mit diesen Hülfsmitteln gelang es Eschenhagen auch eine zwar schon etwas früher von Hrn. F. Kohlrausch gelegentlich bemerkte Erscheinung genauer zu studiren, nämlich eigenartige, regelmässige rasch aufeinanderfolgende Schwankungen der erdmagnetischen Kraft, welche sich in den Curven als kleine Wellen darstellen und sogar zeitweise ganz ähnliche Bilder liefern, wie man sie in der Akustik durch Schwebungen erhält. Eine Erklärung dieser eigenartigen Wellen, denen Eschenhagen den Namen der magnetischen Elementarwellen gegeben hat, ist jedoch bis jetzt nicht gelungen.

Neben diesen Arbeiten hat Eschenhagen noch ein anderes grosses Unternehmen, das zwar auch schon bei der Reorganisation des Meteorologischen Institutes von vornherein in Aussicht genommen war, wirklich in Gang gebracht, und soweit gefördert, als es ihm bei seinem kurz zugemessenen Leben überhaupt möglich war: die magnetische Landesaufnahme Norddeutschlands.

Es wurde schon erwähnt, dass Eschenhagen bereits vor seinem Eintritt in das Institut, abgesehen von einigen magnetischen Beobachtungen im Nordseegebiet, die erdmagnetischen Elemente an 40 Stationen im nordwestlichen Deutschland bestimmt hatte. Später schlossen sich daran magnetische Untersuchungen im Harz, deren höchst merkwürdige Ergebnisse im Jahre 1898 veröffentlicht wurden.

Nachdem nun wesentlich auf ESCHENHAGEN's Anregung in den Staatshaushaltsetat eine grössere Summe zur Durchführung der magnetischen Landesvermessung in grossem Stil eingesetzt war, konnte er im Jahre 1897 an die Ausführung dieses grossen Unternehmens gehen, für das er mit der ihm eigenen Umsicht und Sachkenntnis den Plan festgelegt und an dem er selbst bis zu seinem Tode unablässig mitgearbeitet hat, wenn er sich auch wegen seiner schwachen Gesundheit in den letzten Jahren nicht mehr an den Aufnahmen selbst beteiligen konnte.

Man entnimmt aus dem Gesagten und noch besser aus den zahlreichen von ihm ausgegangenen Veröffentlichungen, welche reiche wissenschaftliche Thätigkeit ESCHENHAGEN während kaum zwei Jahrzehnten und vor allem während seiner nur 12 Jahre umfassenden Wirksamkeit in Potsdam entfaltet hat.

Dies ist um so höher zu bewerten, je grösser die Schwierigkeiten waren, mit denen er infolge seiner Gesundheitsverhältnisse zu kämpfen hatte.

Bald nach dem Antritt seiner Stellung in Potsdam hatte er sich verheiratet, und ganz kurz darauf befiel ihn, mit Influenza beginnend, das tückische Leiden, das ihn in immer wiederkehrenden Angriffen dem frühen Tode entgegenführte.

Nur durch mehrfache Aufenthalte in Süden, sowie durch die äusserste Schonung, vor allem aber durch die niemals erlahmende Sorgfalt und Hingebung der treuen Gattin konnte er dem Leben so lange erhalten bleiben. Wer es mit angesehen hat, unter wie verschiedenen Gestalten das Leiden immer wieder und in immer verstärkten Formen auftrat, wie ihm insbesondere Jahre lang der für geistige Arbeit so notwendige gesunde Schlaf vorenthalten war, der wird seine Leistungen doppelt anerkennen.

Eine recht grosse Genugthuung gewährte es ihm, dass das unter seiner Leitung zu hohem Ansehen gelangte Observatorium während der letzten Jahre gewissermaassen zum Mittelpunkte der erdmagnetischen Arbeiten bei der von Deutschland ausgegangenen, dann aber auch von anderen Nationen aufgenommenen Südpolarforschung geworden ist, der sich auch die Norwegischen Expeditionen des Professors BIRKELAND in Christiania angliedern lassen.

Abgesehen davon, dass die Mitglieder der deutschen Expeditionen in Potsdam in den erdmagnetischen Messungen ausgebildet wurden, sandte man auch von anderwärts die Instrumente zur Prüfung dahin. Auch die bei den anderen Expeditionen für die magnetischen Beobachtungen bestimmten Gelehrten kamen nach Potsdam, um sich dort für ihre Aufgabe vorzubereiten oder wenigstens die letzte Unterweisung zu erhalten.

Aber gerade während diese Vorbereitungen im Laufe des Sommers getroffen wurden, waren seine Körperkräfte in raschem Abnehmen begriffen. Gegen Ende October versuchte er es noch mit einer elektrischen Lichtkur in Berlin, doch kam er so ermattet nach Potsdam zurück, dass er aus dem Wagen gehoben werden musste. Kurz nachher verschied er, und zwar an dem nämlichen Tage, an dem die Verleihung des Roten Adlerordens IV. Klasse an Allerhöchster Stelle vollzogen worden war.

Dies ist in kurzen Zügen das Lebensbild eines Gelehrten, reich an fruchtbringender Arbeit und wissenschaftlichen Erfolgen, die unter den erschwerendsten Leiden erkämpft werden mussten. Wenn es ihm trotzdem gelungen ist, so viel zu erringen, so war dies nur möglich durch unentwegtes Festhalten an dem von ihm selbst für sein Wirken erkorenen Wahlspruch:

„Klarheit im Plan, so fang ich's an,
Fest im Vollbringen, so wird's gelingen."

Wir aber werden ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Zur Erinnerung
an
Hans Bartsch von Sigsfeld.

Von R. Börnstein.

(Nachruf, gesprochen in der Sitzung vom 21. März 1902.)
(Vgl. oben S. 77.)

Vor wenigen Wochen wurde unserer Gesellschaft durch jähen Tod ein Mitglied entrissen, dessen persönliche Eigenschaften und wissenschaftliche Thätigkeit es uns nahe legen, seiner noch einmal gemeinsam zu gedenken. Der Physikalischen Gesellschaft seit 1898 angehörend, ist Hauptmann von Sigsfeld zwar in den Sitzungen nicht regelmässig erschienen, hat aber stets die Fortschritte unserer Wissenschaft mit regem Anteil verfolgt und durch eigene Beobachtungen zu mehren gesucht, sowie namentlich auch in militärischen Kreisen das Verständnis physikalischer Vorgänge und ihre Anwendung zu technischen und praktischen Zwecken mit ausserordentlichem Erfolge gefördert.

Rudolf Max Wilhelm Hans Bartsch von Sigsfeld wurde am 9. Februar 1861 zu Bernburg geboren als Sohn des herzoglich anhaltischen Forst- und Hofjägermeisters von Sigsfeld und seiner Gattin Amalie geb. von Herder. Auf dem Karlsgymnasium seiner Vaterstadt erhielt er die erste Schulbildung und zeigte schon früh eine durch treffliche Gesundheit unterstützte vielseitige und reiche Begabung. Namentlich war es schon damals die Physik, welche sein lebhaftes Interesse erregte und deren Lehren er zu bethätigen suchte, indem er mannigfache Maschinen aus den ihm zugänglichen Materialien (Cigarrenkisten, Draht u. dgl.) baute. Auch für Musik hatte er ein schönes Talent, musste aber den Unterricht in dieser Kunst unterbrechen, um den Ansprüchen der Schule in Latein

und Griechisch zu genügen. Er besuchte später die Gymnasien in Zerbst und in Greiz, bestand an letzterem Orte das Abiturientenexamen und bezog so vorgebildet die Technische Hochschule zu Berlin, um Ingenieur zu werden.

Bereits in jene Zeit fällt sein erster Versuch einer wissenschaftlichen Bethätigung. Der inzwischen verstorbene Dr. Wilhelm Zenker hatte eine photographische Methode zum genauen Aufzeichnen von Sternschnuppen ausgearbeitet und den Studiosus von Sigsfeld veranlasst, bei Ausführung der Messungen Hülfe zu leisten. Das Objectiv des photographischen Apparates wurde von der Camera getrennt und an einer Stimmgabel befestigt, welche man während der Aufnahme im Schwingen erhielt. Die Sternschnuppen zeichneten alsdann ihren Weg auf der Platte als Wellenlinie, und aus der Zahl der so aufgezeichneten Schwingungen, sowie aus der bekannten Tonhöhe der Stimmgabel konnte die scheinbare Geschwindigkeit der Sternschnuppe hergeleitet werden. Nachdem die Apparate auf dem Dache der Landwirtschaftlichen Hochschule aufgestellt waren, gedachte man in einer der durch Sternschnuppenfälle ausgezeichneten Nächte die Aufnahme zu bewirken. Leider war das Wetter so ungünstig, dass der stundenlange Regen keine einzige brauchbare Aufnahme zu stande kommen liess. Ich selbst verdankte jenem missglückten Unternehmen das erste persönliche Zusammentreffen mit Hrn. von Sigsfeld.

Auch mit der Technik des Luftfahrens, die er später in so reichem Maasse gefördert hat, begann er schon damals sich zu beschäftigen. Ein auf eigene Kosten hergestellter Ballon, dem er den Namen seines berühmten Urgrossvaters „Herder“ gab, diente zu mehreren Fahrten und ermöglichte die Bearbeitung wissenschaftlicher Fragen. Eine damals namentlich durch Assmann studirte Aufgabe betraf die Bestimmung der wahren, durch Strahlung nicht beeinflussten Lufttemperatur. Für das inzwischen trefflich bewährte Aspirationspsychrometer war die endgültige Form noch nicht gefunden, und an den hierauf gerichteten Versuchen, sowie namentlich auch an der Erprobung des Instrumentes im frei fliegenden Ballon hatte von Sigsfeld regen und erfolgreichen Anteil. Gleichzeitig strebte er nach Klärung noch anderer Fragen. So hatte er damals (1888) einen Apparat construirt, welcher die Abnahme

der Schwerkraftsbeschleunigung mit wachsender Höhe erkennbar machen sollte, und zwar durch Vergleichen mit der elastischen Kraft einer metallenen Spiralfeder. Ergebnisse dieser Messungen sind indessen nicht bekannt geworden. Recht interessant dagegen gestaltete sich eine Messungsreihe über die Temperatur des Ballongases während der Fahrt. Ein im Innern des Ballons angebrachtes, dünnwandiges, cylindrisches Silbergefäss von 300 ccm Inhalt war durch ein enges Messingrohr mit einer im Ballonkorbe befindlichen Kapsel verbunden, welche ein Aneroidbarometer umschloss und mit einem Glasfenster zur Ablesung versehen war. Dies Luftthermometer war vorher auf Dichtigkeit geprüft und mit trockener Luft gefüllt, auch hatte man den Temperaturwert der Scalenteile ermittelt. Bei der am 23. Juni 1888 in ununterbrochenem hellem Sonnenschein ausgeführten Fahrt stieg nun die in der geschilderten Art gemessene Temperatur des Ballongases auf 58°, während die mit Aspirationsinstrumenten bestimmte Lufttemperatur bis 5,5° (in etwa 2400 m Höhe) sank. Eine so starke Strahlenwirkung hatte man vorher bei der Luftschifffahrt nocht nicht gekannt. Da aber die Fahrt mit einer längeren Schleifung und mit Zertrümmerung der Apparate endete, konnte man das Luftthermometer auf unverminderte Dichtigkeit nachher nicht mehr prüfen, und es blieb daher zunächst der Einwurf unwiderlegt, dass vielleicht in dem Metall des Apparates ein kleiner Riss entstanden und durch diesen Leuchtgas hineindiffundirt sein könnte. In solchem Falle würde, weil die innen befindliche trockene Luft langsamer heraus- als das Gas hineindiffundirt wäre, der Druck im Innern gleichfalls gestiegen sein und hätte eine starke Erwärmung vortäuschen können. Später sind indessen ähnliche Temperaturdifferenzen zwischen dem Füllgase und der äusseren Luft noch öfter gemessen worden, und namentlich von Sigsfeld selbst hat neuerdings dazu einen von Klingenberg construirten und der Wheatstone'schen Brücke nachgebildeten Apparat benutzt, welcher die Innentemperatur des Ballons aus dem elektrischen Leitungswiderstande eines auf einen Rahmen gewickelten langen und sehr dünnen Eisendrahtes zu bestimmen erlaubte. Er fand nicht nur Bestätigung der früheren Wahrnehmungen, sondern auch deren Ergänzung durch die weitere Beobachtung, dass bei

Nachtfahrten der Ballon durch Ausstrahlung unter die Temperatur der umgebenden Luft abgekühlt werden kann. Bei der — später nochmals zu erwähnenden — Fahrt vom 2. bis 4. November 1901 ergab sich Nachts eine Ballontemperatur, welche um 13° unter der Lufttemperatur lag.

Gegen Ende der achtziger Jahre verlegte von Sigsfeld seinen Wohnsitz nach Augsburg und München, um sich gewissen Aufgaben der praktischen Luftschifffahrt zu widmen, an denen er nunmehr unter teilweiser Mitwirkung des Hrn. Riedinger sowie des Freiherrn von Parseval thätig war. Ein äusseres Ergebnis jener Zeit war die Gründung des Münchener Vereins für Luftschifffahrt (1889). Sodann führten die damaligen Studien zur Construction des Drachenballons, dessen grosse militärische und wissenschaftliche Bedeutung seither allseitige Würdigung gefunden hat. Die für Fesselballons früher allein in Anwendung befindliche Kugelform hat den Nachteil beständiger Höhenschwankungen. Nur bei völliger Windstille, die aber in der Höhe überaus selten eintritt, kann ein solcher Ballon an unveränderter Stelle bleiben. Jede Luftbewegung drückt ihn herab, und zwar um so mehr, je stärker der Wind weht. Ist dies schon für Kriegszwecke bedenklich, weil dadurch im Korbe alles Beobachten, Zeichnen, Photographiren u. dgl. behindert wird, so erscheint der Fesselballon für den Dienst als „dauernde meteorologische Beobachtungsstation“ völlig ungeeignet, solange es nicht gelingt, seine Höhe einigermaassen constant zu halten. Solche Beobachtungsstationen zu errichten, hatte die im Jahre 1896 zu Paris tagende Conferenz der Directoren meteorologischer Institute als besonders wichtig bezeichnet. Man konnte aber an ihre Verwirklichung erst denken, nachdem durch von Sigsfeld und Freiherrn von Parseval der Drachenballon construirt war. Die Erwägung, dass durch Wind ein gefesselter Kugelballon herabgedrückt, ein Drachen aber gehoben wird, führte zu der Vereinigung beider in derjenigen Form, welche nach mancherlei Vorversuchen schliesslich als die zweckmässigste erkannt wurde und jetzt für wissenschaftliche wie für militärische Zwecke allgemeine Anwendung gefunden hat.

Nach Berlin zurückgekehrt, kam von Sigsfeld in nähere Beziehung zur Militärluftschifffahrt. Schon 1882 hatte er

seiner einjährigen Dienstpflicht bei dem 2. Garde-Ulanen-Regiment genügt und war Reserveofficier dieses Regimentes geworden. Nun trat er zu der 1884 begründeten Luftschiffertruppe über, indem er zugleich den bürgerlichen Beruf des Ingenieurs verliess und als activer Officier sich der Luftschifffahrt endgültig widmete. Er wurde zunächst 1896 auf ein Jahr der Luftschiffer-Abteilung zur Dienstleistung überwiesen und sodann in derselben angestellt. Bis zuletzt hat er dieser Truppe angehört, seit 1900 als Lehrer an der Militär-Luftschifferschule.

Bemerkenswert aus dieser Zeit ist eine Arbeit: „Studien über das Ballonmaterial mit besonderer Hinsicht auf das elektrische Verhalten desselben", abgedruckt im Jahrgang 1897 der „Zeitschrift für Luftschifffahrt und Physik der Atmosphäre". Es werden darin Verhalten und Eigenschaften der Ballonstoffe besprochen, Beanspruchung auf Druck, Prüfung der Festigkeit, Bedeutung des Firnissens, Lichtempfindlichkeit, Durchlässigkeit für Gas und elektrische Eigenschaften. Zu der letzteren Untersuchung dürfte den äusseren Anstoss die am 26. April 1893 geschehene Explosion des Ballons „Humboldt" gegeben haben. Versuche, welche damals zur Klärung des Vorganges in Gemeinschaft mit den Herren Gross und Berson von mir angestellt wurden, liessen als wahrscheinlichen Grund der Entzündung die Entstehung eines elektrischen Funkens erkennen. Man überzeugte sich, dass der zum Teil aus Gummi bestehende Ballonstoff im trockenen Zustande isolirte und durch Reiben elektrisch wurde; und da jenem Unglücksfalle eine zehnstündige, in vollem Sonnenscheine zurückgelegte Fahrt vorausging, während welcher die Ballonhülle völlig trocken und isolirend geworden sein muss, so konnte vermutet werden, dass nach der Landung durch Zerren am Boden u. dgl. die Hülle eine zur Erzeugung des zündenden Funkens ausreichende Ladung angenommen habe. Nachdem von Sigsfeld bei seinen Stoffproben die nämlichen Eigenschaften gefunden, schlug er vor, die Gefahr des Zündens zu beseitigen und ein Austrocknen des Ballonstoffes zu verhindern durch Imprägniren desselben mit 10 proc. Chlorcalciumlösung. In der That hat dies überaus einfache Verfahren sich seither gut bewährt.

Erwähnt sei ferner eine von ihm angegebene Methode,

mittels buntfarbiger und verschieden schwerer Papierschnitzel festzustellen, ob und mit welcher Geschwindigkeit der Ballon gegen die umgebende Luft fällt. Die Fallgeschwindigkeit der weissen, roten, blauen Schnitzel beträgt $^1/_2$, 1, $1^1/_2$ m in der Secunde; wirft man ein Gemisch derselben aus dem Korbe, so bleiben neben dem Ballon diejenigen, welche seine Geschwindigkeit haben.

In den letzten Jahren war von Sigsfeld namentlich für die Förderung der Funkentelegraphie thätig. Gleich nach Bekanntwerden der Marconi'schen Erfindung hatte Seine Majestät der Kaiser befohlen, dass die Luftschiffer-Abteilung das Verfahren prüfen und für Heereszwecke ausbauen sollte. Durch eifriges Experimentiren brachte Hauptmann von Sigsfeld es zu eingehender Kenntnis der Vorbedingungen für richtiges und sicheres Arbeiten der Geber- und Empfangsapparate. Ueber die Eigenschaften der Frittröhren, die nötige Höhe des Empfängerdrahtes, die Fortpflanzung der elektrischen Wellen (wobei er eine der Lichtbeugung ähnliche Erscheinung bemerkte), die Resonanz und vielerlei andere Einzelheiten von physikalischer Bedeutung enthalten seine der Militärbehörde erstatteten Berichte eine Fülle interessanter Mitteilungen. Die im Kaisermanöver von 1900 erzielten praktischen Ergebnisse der Funkentelegraphie wurden von Allerhöchster Stelle durch Verleihung eines Ordens an von Sigsfeld anerkannt.

Der Versuch, über die Arbeiten von Sigsfeld's zu berichten, hat leider von vornherein wenig Aussicht auf Vollständigkeit, weil er schriftliche Aufzeichnungen nur ungern und darum in geringem Umfange zu machen pflegte. Eine bei seiner sonstigen Arbeitsfreudigkeit schwer verständliche, aber sehr ausgeprägte Abneigung gegen alles Schreiben beraubt uns der Möglichkeit, seine Erfahrungen voll auszunutzen. Es ist zu fürchten, dass aus diesem Grunde die in seinem Nachlass vorhandenen Notizen, welche anscheinend die Vorarbeiten einer zusammenhängenden Darstellung der Luftschifferkunst bilden, nicht für die Oeffentlichkeit verwendbar sein werden, weil es eben nur kurze Einzelheiten sind, die der sachkundigen Verarbeitung harrten. Wie sehr bedauerlich dieser Verlust ist, erkennt man aus den gelegentlich bekannt gewordenen Leistungen von Sigsfeld's in der praktischen

Ballonführung. Insbesondere waren es sparsame Ausnutzung von Gas und Ballast, sowie überaus geschickt ausgeführte Landungen, die ihm den wohlverdienten Ruf eines ausgezeichneten Ballonführers verschafften. Durch Sparen mit den im Ballon vorhandenen Gas- und Sandmengen wird die Zeit, während welcher der Ballon schwebend erhalten werden kann, vermehrt. Hierin hatte von Sigsfeld eine sonst unerreichte Leistung aufzuweisen durch seine vom 2. bis 4. November 1901 dauernde Fahrt, welche sich ohne Nachfüllung von Gas über 46 Stunden erstreckte. Dreimal wurde dazwischen gelandet und insgesamt 13 Stunden lang gerastet; war auch die Witterung still und die erreichte Maximalhöhe nur 400 m, so giebt doch der Verlauf dieser Fahrt einen überzeugenden Beweis von der völligen Beherrschung aller Einzelheiten durch den genialen Führer. Nicht minder gewandt pflegte er seine Landungen zu bewirken. Die hergebrachte Regel geht dahin, dass man durch Ventilziehen die Landung einleitet, den des Auftriebes beraubten Ballon bis in die Nähe des Bodens fallen lässt und dann seinen Fall durch Auswerfen von Ballast mildert. Deswegen muss man stets einige gefüllte Sandsäcke „für die Landung reserviren“, wie der herkömmliche Ausdruck lautet. Nun wird allerdings der sinkende Ballon bereits um das Gewicht des schweren Schleppseiles entlastet, welches vom Korbring herabhängt und sich auf den Boden legt, während der Ballon noch schwebt. Dazu kommt die Vermehrung des Auftriebes wegen der steigenden Temperatur des Füllgases, denn indem beim Herabsinken der Ballon unter höheren Luftdruck kommt, erfährt die Füllung eine dynamische Erwärmung im Betrage von 1^0 auf 100 m Höhe, während die umgebende Luft gewöhnlich nur etwa halb so viel Temperaturunterschied bei gleicher Höhendifferenz zeigt. von Sigsfeld liebte es, diese Umstände für ein Verfahren zu benutzen, das er „dynamische Landung“ nannte. Er entzog durch Ventilöffnen dem Ballon nur soviel Auftrieb, dass derselbe zwar herabsank, aber nahe über dem Boden wieder in das Gleichgewicht kam, und vermied auf diese Art nahezu oder auch ganz vollständig das zum „Abfangen“ des Fallens sonst übliche Ballastwerfen. Zudem war es bei diesem Verhalten möglich, den in geringer Höhe schwebenden Ballon durch hülfreiche Menschen an einem Seil

oder am Schleppgurt zur nächsten Bahnstation ziehen zu lassen und den meist lästigen Wagentransport zu vermeiden. Kam man dabei an eine Telegraphenlinie, so wurde wohl der Ballon herabgezogen, bis der Korb auf den Boden stiess und abprallte, worauf der Ballon sich hoch genug hob, um die Drähte ungefährdet zu überschreiten.

Bei solchen Gelegenheiten war von Sigsfeld unerschöpflich im Ausdenken und Durchführen immer neuer Lösungen für die Aufgaben, welche der Augenblick bot. Und ebenso erfindungs- und erfolgreich zeigte er sich im Laboratorium, wenn es galt, eine gewünschte Wirkung mit den gerade verfügbaren Mitteln zu erzielen. Seine Apparate gewannen mitunter sonderbare Gestalt, wenn er nämlich daran Gegenstände, wie sie ihm eben zur Hand waren, angebracht und denselben Functionen zugewiesen hatte, für welche sie nach Form oder Material ungewöhnlich schienen. Aber alle derartigen Constructionen stimmten überein in der vollendeten Zweckdienlichkeit; jedes Stück erfüllte nicht bloss die Absicht des Experimentators, sondern erfüllte sie auch auf die einfachste und sicherste Weise. Er war gewöhnt, in seinem technischen Denken die geraden und kürzesten Wege zu finden, weil er geniales Erfassen des ursächlichen Zusammenhanges mit mechanischer Geschicklichkeit in seltenem Grade vereinte. Unter seinen Freunden pflegte man seine Leistungsfähigkeit durch die Behauptung zu kennzeichnen, dass er aus Pappe und Siegellack eine gehende Dampfmaschine herstellen könne.

Die Zahl seiner Freunde aber war schier unbegrenzt, denn mit den geschilderten Gaben des Geistes verband er eine geradezu kindliche Liebenswürdigkeit. Wie er in der Jugend sich die Zuneigung seiner Lehrer und Mitschüler erwarb, so schien es ihm auch im späteren Leben selbstverständlich, seine reiche Erfahrung und sein technisches Können ebenso wie seinen materiellen Besitz in den Dienst eines Jeden zu stellen, der ihn um Rat oder Hülfe anging, und gross ist die Zahl derer, welche ihm Förderung wissenschaftlicher oder technischer Leistungen verdanken. So hat er rege und erfolgreich an den von Hrn. Grafen Zeppelin ausgeführten Versuchen mit einem lenkbaren Luftschiff sich beteiligt. Und nicht minder sind wir Meteorologen ihm zu Dank verpflichtet für die Führung

einer Anzahl wissenschaftlicher Luftfahrten. Dabei pflegte er sich keineswegs auf die blosse Thätigkeit des Ballonführers zu beschränken, sondern übernahm stets auch einen Teil der Beobachtungen, denen er namentlich bei luftelektrischen Studien ebenso viel Interesse wie Verständnis entgegenbrachte. Eine derartige Fahrt war auch diejenige vom 1. Februar d. J., bei welcher wir ihn verlieren mussten; mit liebenswürdiger Bereitwilligkeit hatte er, wie schon oftmals, seine Mitwirkung zugesagt, und half dem Beobachter Dr. LINKE bei den Vorbereitungen zur Messung der Elektricitätszerstreuung. Als wir ihn morgens 9 Uhr in gewohnter Fröhlichkeit den Korb besteigen und die Fahrt antreten sahen, ahnte Niemand, dass wir ihn zum letzten Mal begrüssten. Nach schöner, von hellem Sonnenschein begleiteter Fahrt befanden sich die Luftschiffer bereits um 2 Uhr in der Nähe von Antwerpen; der starke Wind, welcher diese schnelle Reise zuwege gebracht hatte, gestaltete die Landung zu einer sehr stürmischen, und bei dem Dorfe Zwyndrecht wurden beide Insassen nacheinander durch die gewaltsamen Erschütterungen aus dem Korbe geschleudert. Während Dr. LINKE mit einer Verrenkung des rechten Armes davon kam, erlitt Hauptmann VON SIGSFELD einen Beinbruch und eine schwere Verletzung der Wirbelsäule, die ihm einen, wie es scheint, raschen und schmerzlosen Tod bereitete.

Die Grösse dieses Verlustes und die besonderen Umstände, welche den Unglücksfall begleiteten, legen die Frage nahe, ob es nicht möglich gewesen wäre, durch irgendwelche Vorsichtsmaassregeln das Unheil zu vermeiden, und ob vielleicht Fehler begangen wurden, deren rechtzeitige Erkenntnis den entsetzlichen Vorgang verhindert hätte. Sowohl die Militärbehörde und die Kameraden des Verstorbenen, als auch die Techniker und die wissenschaftlichen Männer des Vereins für Luftschifffahrt haben sich um Klärung der Sachlage eifrig bemüht. Aber allseitig kam man dazu, jene Fragen zu verneinen. Was den starken Wind jenes Tages betrifft, so war seine Heftigkeit am Boden nicht zu gross für normale Abfahrt und Landung; zwei andere Ballons sind in der nämlichen Stunde vom gleichen Platze abgefahren und im Laufe des Tages ohne Unfall gelandet, obgleich beide von Officieren geführt wurden, deren praktische Erfahrung derjenigen VON SIGSFELD's nach-

stand. Auch vermochte er trotz des Windes seinen Ballon ordnungsmässig an den Boden zu bringen und zu entleeren, ohne dass derselbe verletzt worden wäre. Aber der Korb wurde beim Erreichen des Bodens durch seitlichen Zug des vom Winde getriebenen Ballons gewaltsam umgeworfen, und Dr. Linke, der sich auf der nunmehr unten liegenden Korbseite an den Seilen hielt, wurde derartig gegen den Boden gestossen, dass er mit verletztem Arm ausser stande war, sich länger festzuhalten, und aus dem Korbe geschleudert wurde. Wenn dieser, welcher beide Hände zum Festhalten frei hatte, doch nicht im Korbe zu bleiben vermochte, so war das Nämliche um so schwerer für den Führer, welcher nicht nur auf seine Sicherheit bedacht sein durfte, sondern das Aufreissen der Ballonhülle rechtzeitig besorgen musste, um die rasche Entleerung des Gases und das Ende der Schleiffahrt zu erwirken. Man fand seine Leiche neben der Reissleine ausserhalb des Korbes und nur wenige Schritte von demselben entfernt, in etwa 2 Kilometer Abstand von jener Stelle, wo der erste Aufprall auf den Boden geschehen und Dr. Linke herausgefallen war. Vielleicht hat von Sigsfeld bei jenem ersten Aufprall den Beinbruch erlitten, welchen man später constatirte, ist dann im Korbe weitergeflogen, bei dessen endgültigem Niedergange ausser stande gewesen, sich festzuhalten, und mit dem Kopf gegen den gefrorenen Boden geschleudert worden. Wie dieser schmerzliche Verlust hätte abgewendet werden können, das vermögen wir nicht zu sagen. Eine Reihe unheilvoller Umstände, welche sich der menschlichen Einwirkung entziehen, hat zusammengewirkt, um mittels höherer Gewalt ein Unglück herbeizuführen, das wir aufs Tiefste beklagen. In jugendlicher Schaffenskraft ist der Verstorbene dahingegangen als ein Held, der im Dienste der Wissenschaft sich selbst freudig einsetzte. Dem tüchtigen Manne und liebenswerten Menschen werden wir eine ehrenvolle und dankbare Erinnerung allezeit bewahren.

Ueber die gegenseitige Zuordnung der Elemente zweier Scharen nach den Gesetzen des Zufalls; von M. Thiesen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 21. März 1902.)

(Vgl. oben S. 77.)

---

1. Boltzmann, dem wir den klassischen Beweis des von Maxwell aufgefundenen Gesetzes über die Verteilung der Geschwindigkeiten auf die einzelnen Gasmolecüle verdanken, hat versucht, dieselbe Verteilung noch auf einem anderen von besonderen Voraussetzungen freien Wege abzuleiten, nämlich dadurch, dass er untersucht, wie sich nach den Gesetzen des Zufalls die Elemente einer Mannigfaltigkeit (Energie oder Geschwindigkeit oder Componenten der Geschwindigkeit) auf die einer anderen (die Molecüle) verteilen.[1])

Dies Princip des Zufalls ist wohl berufen, eine grosse Rolle bei der Begründung physikalischer Grundgesetze zu spielen; im vorliegenden Falle ist es aber, wie mir scheint, nicht ganz glücklich angewandt worden. Zunächst macht sich schon in der Darstellung ein Schwanken in der Annahme dessen bemerkbar, was auf die Molecüle zu verteilen sei; eine Rechtfertigung der schliesslichen Annahme, die unabhängig von der Kenntnis des auf anderem Wege gewonnenen Resultates wäre, ist nicht gegeben. Ebenso wird sogar der Modus der Verteilung von der Richtigkeit des Resultates abhängig gemacht. Endlich aber halte ich auch die Analyse Boltzmann's für falsch.

Diese Behauptung soll zunächst mit einigen Worten begründet werden.

Boltzmann führt zwar die Grundformel, auf welcher meine spätere Auseinandersetzung aufgebaut ist, in einer allgemeineren Form auch an und findet keine Gründe, den Ver-

---

1) L. Boltzmann, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien **76**. p. 373. 1877; vgl. auch: Vorlesungen über Gastheorie **1**. p. 88. 1896.

teilungsmodus, der auf sie führt, von vornherein zu verwerfen; er verwirft die Formel aber doch, weil sie zu einem unbestimmten, mit dem MAXWELL'schen Verteilungsgesetze nicht stimmenden Resultate führe. Nun glaube ich, wenn auch der directe Beweis schwierig sein dürfte, dass der von BOLTZMANN angenommene mit dem verworfenen Verteilungsmodus übereinstimmt, und dass das verschiedene Resultat eben nur auf der falschen Analyse beruht.

BOLTZMANN geht nämlich davon aus, dass ein gewisser Ausdruck, der die Wahrscheinlichkeit der Verteilung darstellt, ein Maximum werden muss. Die zu variirenden Grössen, nämlich die Zahl der Molecüle, welche eine bestimmte Energie haben, sind nach der Natur des Problems gar nicht stetig, sondern schreiten nach ganzen Einheiten fort; um das Problem überhaupt auf seine Weise behandeln zu können, muss BOLTZMANN diese Grössen durch andere stetige ersetzen. Dieser Ersatz wäre erlaubt, wenn die Grössen sämtlich sehr grossen Zahlen entsprächen, und BOLTZMANN macht auch diese Annahme. Aber diese Annahme ist ohne willkürliche Nebenannahmen gar nicht mit den Bedingungen vereinbar, und sie entspricht auch gar nicht dem Resultate von BOLTZMANN's eigener Rechnung, nach welcher vielmehr die Zahl der Molecüle, denen einigermaassen grosse Geschwindigkeiten zukommen, sich der Null nähert.

Ich will mich hier auf diese Andeutungen beschränken und jetzt meine eigene Behandlung des Problems geben.

2. Um Vorstellung und Ausdrucksweise zu fixiren, nehmen wir an, dass p Kugeln in n Fächer nach den Gesetzen des Zufalles zu verteilen sind; wir suchen die Wahrscheinlichkeit w_s, dass auf ein bestimmtes Fach s Kugeln kommen.

Diese Wahrscheinlichkeit ist gleich der Wahrscheinlichkeit, dass die ersten s Male eine, späterhin keine Kugel auf das Fach trifft, multiplicirt mit der Permutationszahl; also:

$$(1) \qquad w_s = \left(\frac{1}{n}\right)^s \left(\frac{n-1}{n}\right)^{p-s} \frac{p!}{s!\,\overline{p-s}!}.$$

Es möge nun, bei constantem $\lambda = p/n$, n unendlich werden, so ist $p!/\overline{p-s}! = p^s$ und $\overline{n-1}/n = e^{-1/n}$ zu setzen; man erhält also für die obige Wahrscheinlichkeit, wenn die Zahl

der Fächer und Kugeln sehr gross, das Verhältnis beider Zahlen aber ein bestimmtes ist:

$$w_s = e^{-\lambda} \frac{\lambda^s}{s!}. \tag{2}$$

Wir wollen uns jetzt die Fächer so klein denken, dass auf jedes Fach höchstens eine Kugel kommen kann, dafür aber eine grössere Zahl m solcher Fächer zusammenfassen und die Wahrscheinlichkeit u_s suchen, dass in diesen m Fächern s Kugeln sind. Es ist

$$u_s = w_1^s \, w_0^{m-s} \frac{m!}{s! \, \overline{m-s}!},$$

oder falls m sehr gross, λ sehr klein und $m\lambda = \mu$ angenommen wird:

$$u_s = e^{-\mu} \frac{\mu^s}{s!}, \tag{3}$$

vollständig der Formel (2) entsprechend.

Die Gesamtheit der kleinen Fächer kann man jetzt als Continuum ansehen; u_s ist dann die Wahrscheinlichkeit, dass in einem Raume s Kugeln vorhanden sind, wenn durchschnittlich in einem Raume derselben Grösse sich deren μ befinden.

3. Um den Uebergang von einer beschränkten Zahl von Kugeln zu einer sehr grossen Zahl und wenn angänglich zur continuirlichen Massenverteilung leichter zu gewinnen, führen wir jetzt U_s, die Wahrscheinlichkeit dafür ein, dass die Zahl der Kugeln gleich s oder grösser ist. Es ist dann

$$U_s = e^{-\mu} \left\{ \frac{\mu^s}{s!} + \frac{\mu^{s+1}}{\overline{s+1}!} + \frac{\mu^{s+2}}{\overline{s+2}!} + \dots \right\}. \tag{4}$$

Nun ist, wie man sofort durch Differentiation nachweist,

$$U_s = \frac{1}{\overline{s-1}!} \int_0^\mu dx \, e^{-x} x^{s-1}, \tag{5}$$

oder auch

$$U_s = 1 - \frac{1}{\overline{s-1}!} \int_\mu^\infty dx \, e^{-x} x^{s-1}; \tag{6}$$

der Rest in der Entwickelung der Exponentialfunction ist also durch die von SCHLÖMILCH sogenannte unvollständige Gammafunction ausgedrückt.[1])

Die bekannten Entwickelungen dieser Function versagen für den hier hauptsächlich interessirenden Fall, dass μ und s sehr gross sind, zugleich aber μ nahe an s liegt. Doch gelangt man in folgender Weise zu zweckmässigen Ausdrücken.

Man nehme das Mittel aus (5) und (6) und verschmelze die Grenzen der beiden Integrale mittels des DIRICHLET'schen discontinuirlichen Factors. Dann erhält man

$$(7)\qquad U_s = \tfrac{1}{2} + \frac{1}{\pi(s-1)!}\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{dx\,dy}{y}\,e^{-x}\sin\left[y(\mu-x)\right]x^{s-1}.$$

Zu demselben Ausdrucke kann man auch durch das Schleifenintegral

$$U_s = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{e^{\mu z}}{(1+z)^s}\,\frac{dz}{z}$$

gelangen. Führt man nun in (7) die Integration nach x aus, so ergiebt sich

$$(8)\qquad U_s = \tfrac{1}{2} + \frac{1}{\pi}\int_0^\infty \frac{dy\sin\left[y\mu - s\eta\right]}{y(1+y^2)^{s/2}}\,,\qquad y = \operatorname{tg}\eta.$$

Ist s sehr gross, so rühren die Terme, welche Einfluss auf den Integralwert haben, wegen des Nenners nur von sehr kleinen Werten von y her; man kann dann $y = \eta$ setzen und übersieht leicht, dass das Integral nahe gleich dem DIRICHLET'schen discontinuirlichen Factor wird. Es ist also $U_s = \frac{1}{2}$ für $s = \mu$; $U_s = 0$ für $s > \mu$; $U_s = 1$ für $s < \mu$; d. h. es ist bei einer sehr grossen Zahl von Kugeln sehr unwahrscheinlich, dass in einem Fache wesentlich mehr oder wesentlich weniger als der Durchschnitt vorhanden ist.

Wir treiben die Annäherung aber weiter und bestimmen zunächst $U_{s,s}$, den Wert von U_s für $s = \mu$. Man kann, immer unter der Voraussetzung eines grossen s, η nach Potenzen von y und darauf den Sinus entwickeln; die Integration ist

1) Vgl. Encyklopädie d. math. Wissensch. 2. p. 158. Leipzig 1899.

dann sofort ausführbar und führt auf Gammafunctionen. Behält man nur die ersten Glieder der halbconvergenten Entwickelung bei und vereinfacht auch diese unter der Voraussetzung, dass s sehr gross ist, so erhält man

$$U_{s,s} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{18\pi s}}\left(1 + \frac{1}{180\, s} - \frac{25}{2016\, s^2} + \dots\right). \tag{9}$$

Obgleich unter Voraussetzung sehr grosser Werte von s abgeleitet, giebt der Ausdruck schon für mässige Werte eine sehr gute Näherung; die beiden ersten Terme geben 0,63298 statt 0,63212 für $s = 1$ und für grössere Werte einen Fehler von höchstens 0,00004.

Aus (5) folgt nun

$$U_s = U_{s,s} + \frac{1}{s-1!}\int_s^\mu d\,x\, e^{-x} x^{s-1},$$

oder auch bei Einführung von $\nu = \mu - s$

$$U_s = U_{s,s} + \frac{e^{-s} s^s}{s!}\int_0^\nu d\,y\, e^{-y}\left(1 + \frac{y}{s}\right)^{s-1}.$$

Entwickelt man diesen Ausdruck für grosse s bei endlichen ν nach absteigenden Potenzen von s und führt dann noch μ an Stelle von s in die Entwickelung ein, so erhält man schliesslich

$$\left\{\begin{aligned} U_s = \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2\pi\mu}}\Big\{&\frac{1}{3} + \nu + \frac{1}{\mu}\left(\frac{1}{540} + \frac{\nu}{12} - \frac{\nu^3}{6}\right) \\ &+ \frac{1}{\mu^2}\left(-\frac{25}{2016} + \frac{\nu}{160} + \frac{\nu^2}{24} - \frac{\nu^3}{36} - \frac{\nu^4}{24} + \frac{\nu^5}{40}\right) + \dots\Big\}. \end{aligned}\right. \tag{10}$$

4. Die vorstehend gegebenen Ausdrücke für u_s und U_s gestatten leicht, beispielsweise die Frage zu beantworten, wie gross die Wahrscheinlichkeit sei, dass in einem bestimmten Raume zu einer bestimmten Zeit s oder s bis s_1 Gasmolecüle seien, wenn dem Durchschnitte nach in ihm μ Molecüle vorhanden sein müssten. Aber es ist unmöglich anzugeben, wie gross die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten procentischen Abweichung der Dichte in einem Raume sei, wenn man die Zahl der kleinsten voneinander unabhängigen Teile nicht anzugeben vermag, und eine continuirliche Materie würde, nach

den Gesetzen des Zufalls allein, eine durchaus gleichmässige Verteilung erfordern. Der Grundgedanke BOLTZMANN's, der die continuirliche Energie auf die Molecüle verteilen will, ist daher von vornherein abzuweisen.

Nun lassen sich aber doch Fälle angeben, in denen ein Continuum durch den Zufall nach anderen Gesetzen geteilt wird. Denken wir uns einen Stab in eine bestimmte Zahl von Stücken geteilt, so ist von vornherein klar, dass die Länge der Stücke nicht die gleiche sein, sondern sich in einer bestimmten Weise um einen Mittelwert gruppiren wird. Nur sind in diesem Falle nicht die Elemente des Continuums, sondern vielmehr die discreten Schnitte nach den Gesetzen des Zufalls auf das Continuum zu verteilen; identificiren wir daher den Stab mit der Gesamtheit unserer Fächer und die Schnitte mit den Kugeln, so fällt das Problem mit dem zuletzt behandelten zusammen, und nur die Fragestellung wird eine andere.

Fragen wir also unter den Bedingungen, die zu Gleichung (3) führten, nach der Wahrscheinlichkeit v_s, dass eine Kugel im Fache s aber in keinem der früheren liegt, so finden wir

$$v_s = w_0^{s-1} w_1 = \lambda e^{-\lambda s}.$$

Ist nun, in dem anderen Bilde, $n\,dx = 1$ die Gesamtlänge des Stabes, die wir der Einheit gleichsetzen, $s\,dx = x$ die Länge des abgeschnittenen Stückes, p die Zahl der Schnitte in der Längeneinheit, so wird $\lambda = p\,dx$, und daher die Wahrscheinlichkeit, dass eine abgeschnittene Länge zwischen x und $x + dx$ liegt,

$$v_x\,dx = e^{-xp} p\,dx, \tag{11}$$

und die Wahrscheinlichkeit, dass ein abgeschnittenes Stück gleich x oder länger sei

$$V_x = \int_x^\infty v_x\,dx = e^{-xp}. \tag{12}$$

Diese Formeln gelten immer, wenn discrete Elemente auf ein Continuum zu verteilen sind.

5. Den eigentlichen Anlass zur Anstellung und Veröffentlichung der vorstehenden Untersuchung hat mir weniger die erwähnte Arbeit BOLTZMANN's als die Fortsetzung

meiner Untersuchungen über allgemeine Naturconstanten gegeben. Es scheint in der Natur gewisse kleinste Mengen von verschiedener Dimension und in solcher Zahl zu geben, dass sich alle physikalischen Grössen durch sie messen lassen. Bekannt sind die Elementarquanta der Materie und der Elektricität; eine weitere Grösse dieser Art hat die Dimension einer Entropie und ist wesentlich gleich der reciproken LOSCHMIDT'schen Zahl; ich habe mich gewöhnt, sie als Epimonie zu bezeichnen.

Sind nun diese Elementargrössen wirklich voneinander unabhängig, so wird man erwarten dürfen, dass sie miteinander nach den hier untersuchten Gesetzen des Zufalles in Verbindung treten und man wird daraus Grundgesetze ableiten dürfen, während eine andere Auffassung eintreten muss, wenn man z. B. findet, dass, wie es wohl der heutigen Anschauung entspricht, stets ein Elementarquantum der Elektricität mit einem solchen der Materie verbunden ist.

6. Ich kehre jetzt nochmals zu dem BOLTZMANN'schen Problem zurück. BOLTZMANN wählt schliesslich für die Grössen, die nach den Gesetzen des Zufalls zu verteilen sind, die Componenten der Geschwindigkeit. Diese aber haben eine andere Natur als die bisher betrachteten, da sie positiv und negativ sein können. Die Bedingungen der Verteilung sind also in anderer Weise etwa wie folgt zu stellen.

In einen Kasten, der eine grössere Zahl von Kugeln enthält, wird in p unter sich gleichwertigen Operationen s mal eine Kugel hineingelegt, $p-s$ mal aus ihm herausgenommen, sodass im Ganzen $p - 2s = q$ Kugeln fortkommen. Wie gross ist w_q, die Wahrscheinlichkeit von q?

Es ist offenbar

$$(13) \qquad w_q = \left(\frac{1}{2}\right)^s \left(\frac{1}{2}\right)^{p-s} \frac{p!}{s!\,\overline{p-s}!} = \frac{1}{2^p} \frac{p!}{\frac{p-q}{2}!\,\frac{p+q}{2}!}.$$

Ist nun p sehr gross, so wird durch Anwendung der STIRLING'schen Formel

$$w_q = \frac{2}{\sqrt{2\pi p}} e^{-\frac{q^2}{2p}},$$

Setzt man jede Kugel dem Element einer Grösse $\sqrt{2p}\,t$ gleich, so erhält man daraus

$$w_t\,dt = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\,e^{-t^2}\,dt, \tag{14}$$

das bekannte Gesetz für die Verteilung von Beobachtungsfehlern. Dasselbe ist hier unter der schon von Bessel gemachten Annahme abgeleitet, dass jeder Fehler von vielen untereinander gleichwertigen Ursachen herrührt.

Dasselbe Gesetz, auf die Geschwindigkeitscomponenten angewandt, führt nun auch thatsächlich zu der Maxwell'schen Verteilung. Man findet diese, wenn man den einzelnen Molecülen ohne Wahl positive und negative Geschwindigkeitscomponenten in sehr kleinen Portionen zuteilt und damit fortfährt, bis die bestimmte Gesamtenergie erreicht ist. Ob und wie sich aber aus dieser Betrachtung ein Beweis der Maxwell'schen Verteilung ableiten lässt, muss dahingestellt bleiben.

Ueber die Reflexion der Kathodenstrahlen und eine damit verbundene neue Erscheinung secundärer Emission;

von L. Austin und H. Starke.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. März 1902.)

(Vgl. oben S. 77.)

---

1. Vorliegende Arbeit wurde begonnen in der Absicht, die Abhängigkeit der Gesamtreflexion vom Incidenzwinkel zu bestimmen.

Der Gesamtbetrag der diffusen Reflexion, welche Kathodenstrahlen bei normalem Einfallswinkel an einem erdabgeleiteten Metallblech erleiden, ist von dem einen von uns des näheren untersucht worden.[1]) Das Hauptresultat der citirten Arbeiten ist, dass 1. sich die einzelnen Metalle in dieser Beziehung verschieden verhalten, indem beispielsweise Kupfer 45 Proc. der auffallenden Menge, Aluminium dagegen nur 28 Proc. zurückwirft, dass 2. die Reflexion unabhängig ist vom Entladungspotential, bei welchem die Kathodenstrahlen entstehen, wenigstens in den Grenzen von 4000—10000 Volt.

Für die Versuche mit schiefem Einfallswinkel wurde zunächst die Methode und Röhre benutzt, welche in der zweitcitirten Arbeit auf p. 98 beschrieben ist. Der Raum, in welchem sich der drehbare Reflector befand, war innerhalb der Röhre allseitig mit engmaschigem Messingdrahtnetz umhüllt, ebenso wie auch das Galvanometer (Siemens & Halske, System Desprez-d'Arsonval mit 10000 Ω Widerstand) und die Leitung zu demselben vollkommen elektrostatisch geschützt wurde. Die Einrichtung war so getroffen, dass es nur der Herausnahme eines Schliffes bedurfte, um Reflectoren verschiedener Metalle leicht auswechseln zu können. Die Kathodenstrahlen wurden durch eine Influenzmaschine mit zwei beweglichen Platten erzeugt.

---

1) H. Starke, Wied. Ann. **66.** p. 49. 1898; Ann. d. Phys. **3.** p. 75. 1900.

Mit einer solchen Röhre zeigt sich nun folgendes: Wenn die Kathodenstrahlen senkrecht auf den Reflector treffen, so zeigt das Galvanometer, durch welches hindurch er zur Erde geleitet ist, einen negativen Strom an, herrührend von der in den Strahlen transportirten Elektricitätsmenge. Der Strom giebt aber nicht diese gesamte Menge an, weil von dieser ein Teil durch die diffuse Reflexion dem Reflector verloren geht. Dreht man nun den Reflector um eine in seiner Ebene liegende Axe, so nimmt der Strom immer mehr ab, wird Null; und dann zeigt sich die auffallende Erscheinung, dass er bei weiter wachsendem Incidenzwinkel (bei ca. 70°) positiv wird; dieser positive Strom wächst immer mehr, je schiefer die Strahlen auffallen, und kann Werte erreichen, welche grösser sind als der negative Strom bei normaler Incidenz. Folgende Tabelle giebt die Grösse des Galvanometerausschlages für verschiedene Incidenzwinkel bei einem fein polirten Kupferblech:

Winkel	Galvanometer-Ausschlag
0°	− 72
20	− 69
40	− 58
60	− 23
70	+ 6
80	+ 57
85	+ 91
87	+ 101

Entladungspotential 6500 Volt.

Diese Erscheinung beobachtete auch schon C. Swinton[1]), indem er fand, dass ein Platinblech bei schiefem Auffallen von Kathodenstrahlen sich auf einige Volt positiv ladet.

2. Das Auftreten eines positiven Stromes zeigt, dass es nicht die Reflexion allein ist, welche den negativen Reflectorstrom schwächt, sondern dass hier noch ein zweiter unbekannter Effect auftritt, welcher eine Aufnahme positiver oder Abgabe negativer Elektricität des Reflectors von seiner Umgebung bez. an dieselbe bewirkt.

Durch die Auffindung dieser Thatsache wurde der Plan der Arbeit geändert, welche sich jetzt mit der näheren Unter-

1) C. Swinton, Proc. Roy. Soc. **64**. p. 395. 1899.

suchung dieses unbekannten Effectes und der Möglichkeit einer Trennung desselben von dem Vorgang der Reflexion befasste.

3. Die Frage nach der Natur dieses unbekannten Effectes könnte auf dreierlei Weise beantwortet werden:

a) Die positive Elektricität kann herrühren von einer von der Entladungsröhre ausgehenden, positive Elektricität mit sich führenden Strahlung, beispielsweise von Canalstrahlen, welche vielleicht dadurch entstehen könnten, dass trotz Anwendung der Influenzmaschine als Stromquelle doch Entladungen von der der gewöhnlichen entgegengesetzten Richtung durch die Entladungsröhre gehen.

Der + Strom, den diese Strahlen im Galvanometer erzeugen würden, superponirt sich über den negativen Kathodenstrahlenstrom, ihn schwächend. Wenn bei grosser Neigung des Reflectorbleches die Reflexion etwa sehr gross, also der Kathodenstrahlenstrom sehr schwach würde, so könnte dann dieser + Strom überwiegen.

b) Der + Strom kann seine Entstehung verdanken der Bildung einer Art von galvanischem Element in der Röhre. Das direct zur Erde geleitete Messingdrahtnetz, sowie der meist aus anderem Metall bestehende, durch ein Galvanometer zur Erde abgeleitete Reflector befinden sich in einem durch die Kathodenstrahlen leitend gemachten Gase. Dies könnte Veranlassung zu einer sich durch das Galvanometer ausgleichenden VOLTA'schen Spannungsdifferenz geben, so als ob Drahtnetz und Reflector sich in einer Flüssigkeit befänden. Das Auftreten einer solchen Spannungsdifferenz verschiedener Metalle in leitendem Gas ist von S. ARRHENIUS[1]) beobachtet worden. Auch hat kürzlich Hr. J. STARK[2]) in Göttingen auf diesen Umstand als Fehlerquelle bei Reflexionsmessungen hingewiesen, ohne indessen selbst Versuche in dieser Richtung zu unternehmen. (*Anmerkung:* Als uns die Notiz des Hrn. STARK bekannt wurde, hatten wir diesen Umstand bereits in ähnlicher Weise wie er in Betracht gezogen und experimentell untersucht. Er war damals für uns bereits erledigt, indem unsere Versuche uns schon gezeigt hatten, dass dieser Effect nicht störende Grösse haben kann.)

---

1) S. ARRHENIUS, Wied. Ann. **33**. p. 638. 1888.

2) J. STARK, Phys. Zeitschr. **3**. p. 161. 1902.

c) Als dritte Erklärungsweise des + Stromes kann man endlich eine secundäre Emission negativ geladener Teilchen oder Strahlen annehmen, welche durch das Auftreffen der primären Strahlen erzeugt wird. Dies wäre ein Vorgang ähnlich dem Hallwachseffect oder der von Lenard jüngst gefundenen Emission von Kathodenstrahlen, welche durch ultraviolette Bestrahlung hervorgerufen wird.

Welche von den drei Erklärungsweisen hat man nun als die richtige anzunehmen?

4. Die erste a) wird ohne weiteres hinfällig gemacht durch die Beobachtung, dass jeglicher Strom, der — wie der +, sofort aufhört, sobald die Kathodenstrahlen, sei es im Entladungs- oder im Reflectorraum, magnetisch abgelenkt werden, sodass sie den Reflector nicht treffen. Wenn Canalstrahlen den Reflector träfen, so müsste bei deren schwerer Ablenkbarkeit durch einen Magneten der positive Strom bestehen bleiben.

5. 1. Die erste Untersuchung, ob eine Erklärung gemäss b) stichhaltig sei, schien die Richtigkeit dieser Annahme zu stützen. Die Ueberlegung hierbei war folgende: Ein durch eine Volta'sche Spannungsdifferenz erzeugter + Strom müsste um so stärker sein, je höher der Gasdruck in der Röhre ist, weil ja von der Existenz des Gases der Effect überhaupt abhängt, weil auch ferner der elektrische Widerstand des ionisirten Gases geringer wird. Dies ist nun auch in der That der Fall. Es wurde gefunden, dass je weiter man auspumpte, um so mehr der + Strom abnahm. Indessen sind diese Versuche nicht recht beweisend, weil mit dem Gasdruck sich auch gleichzeitig die Entladungsverhältnisse, Entladungspotential, Natur und Intensität der erzeugten Kathodenstrahlen veränderten.

2. Auch ein weiteres Experiment schien indessen sehr für einen Effect gemäss b) zu sprechen. Wenn man, anstatt den Reflector direct durch das Galvanometer zur Erde zu leiten, zwischen Reflector und Galvanometer einige Accumulatorenzellen einschaltete, so erhielt man einen anderen Ausschlag, je nachdem der Reflector durch dieselben + oder — geladen wurde, ein Zeichen, dass im Gas eine Leitung stattfindet. Die Differenz dieser Ausschläge giebt ein ungefähres Maass für die Grösse dieser Leitung ab. Es zeigte sich,

dass dieselbe um so grösser ist, je stärker das Metall reflectirt und zwar der Grösse der Reflexion etwa proportional. Bei Platin ist ein grösserer Unterschied der Ausschläge zu beobachten als bei Aluminium; bei schiefer Incidenz, wo die scheinbare Reflexion auch eine stärkere ist, ein grösserer als bei normaler. Diese Versuche liessen ferner erkennen, dass eine Potentialdifferenz von ca. 3—4 Volt zwischen Reflector und Drahtnetz (Drahtnetz 0, Reflector + 4 Volt) den + Strom erklären würde. Wenn man nämlich den Reflector auf ca. + $2^1/_2$ Volt lud, so nahm der positive Strom bis Null ab, und wenn man ihn auf 4 Volt lud, so war der Ausschlag bereits negativ. Um den unter den gleichen Verhältnissen, bei normaler Incidenz auftretenden — Strom auf Null zu bringen, war ein sehr viel grösseres negatives Aufladen (unter Umständen über 2000 Volt) erforderlich.

6. Dem entspricht die Beobachtung, dass bei normaler Incidenz der Reflector sich hoch negativ aufladet, während die + Ladung bei ganz schiefer Incidenz nur wenige Volt beträgt. Es wurden beispielsweise, wenn im Rohr ein Gasdruck von einigen Tausendstel Millimetern herrschte, und die Entladung bei einer Potentialdifferenz von 9000 Volt stattfand, folgende Potentialwerte gefunden, auf welche sich der Reflector unter verschiedenen Incidenzwinkeln lud:

Zn		Pt	
Winkel	Volt	Winkel	Volt
0°	− 1400	0°	− 20
10	− 1200	10	− 16
20	− 1000	20	− 8
30	− 700	30	− 5
35	− 400	40	− 1
40	− 35	50	± 0
50	− 16,5	60	± 0
60	− 0,5	70	+ 1
70	+ 0,5		
80	+ 2,0		

Potentiale über 100 Volt wurden mit einem Braun'schen, solche unter 100 Volt mit einem Thomson'schen Quadrantelektrometer gemessen, beide, besonders das letztere, sorgfältig elektrostatisch geschützt.

Sowohl die negative wie auch die positive Ladung ist

bei Platin wesentlich geringer als bei dem weniger reflectirenden Aluminium, ein Zeichen, dass die Leitung des Gases im letzteren Falle eine geringere ist.

7. So sehr dies auch beim ersten Anblick für die Möglichkeit eines Volta'schen Effectes im leitenden Gas sprechen mag, so sind doch drei gewichtige Gründe, welche eine derartige Erklärung ausschliessen:

1. Erstens ist eine Volta'sche Spannungsdifferenz von 3—4 Volt in hohem Grade unwahrscheinlich.

2. Zweitens müssten die einzelnen Metalle einen gemäss der Volta'schen Spannungsreihe verschieden starken, positiven Strom ergeben, ja bei geeigneter Wahl der Metalle müsste ein Voltaeffect einen negativen Strom in die Leitung des Galvanometers schicken. Dies ist alles nicht der Fall. Ein Reflector aus Zink gab ebensogut einen starken, positiven Effect als ein solcher aus Platin, während man bei Zink gegen das Messingdrahtnetz einen umgekehrten Strom erwarten sollte.

Verschiedene Metalle zeigen zwar, wie weiter unten dargelegt werden wird, einen verschieden grossen, positiven Effect; doch geht dies ganz und gar nicht gemäss der Spannungsreihe, vielmehr mit ihrem Reflexionsvermögen für Kathodenstrahlen, d. h. auch mit ihrer Dichte, Hand in Hand. Platin, als das schwerste der untersuchten Metalle, zeigt ihn am stärksten. Mit Aluminium und Magnesium erhält man in der Regel keinen positiven Strom mehr, sondern nur noch eine bedeutende Schwächung des negativen, nur bei höchster Politur einen schwachen, positiven Strom. Wenn der Effect auf einer Volta'schen Spannungsdifferenz beruhte, so sollte er gar nicht oder wenigstens nur sehr schwach auftreten, wenn man innerhalb des Drahtnetzes einen Reflector aus gleichem Metall hat. Auch dieser Versuch wurde angestellt; der positive Strom zeigte sich aber in seiner ganzen, gemäss der Dichte des Reflectormetalles zu erwartenden Stärke.

3. Endlich wurden, um die Erklärung durch die Einwirkung des leitenden Gases vollständig auszuschliessen, Versuche mit Lenard'schen Strahlen angestellt, d. h. mit Kathodenstrahlen, welche durch Aluminiumfolie hindurchgegangen waren. Hierbei war es möglich, den Gasdruck in dem Raume des Reflectors beliebig zu verändern, während er

im Entladungsraum constant blieb. Die Versuche, für deren Ausführung eine 20 plattige Influenzmaschine von O. LEUNER, Dresden, angewandt wurde, waren recht schwierig anzustellen und es kostete bei der grossen Intensität des Entladungsstromes (ca. 0,002 Amp.) viele Mühe, ehe wir befriedigende Messungen, d. h. constante Galvanometerausschläge erhielten. Die Röhre hatte folgende Gestalt (vgl. Fig. 1):

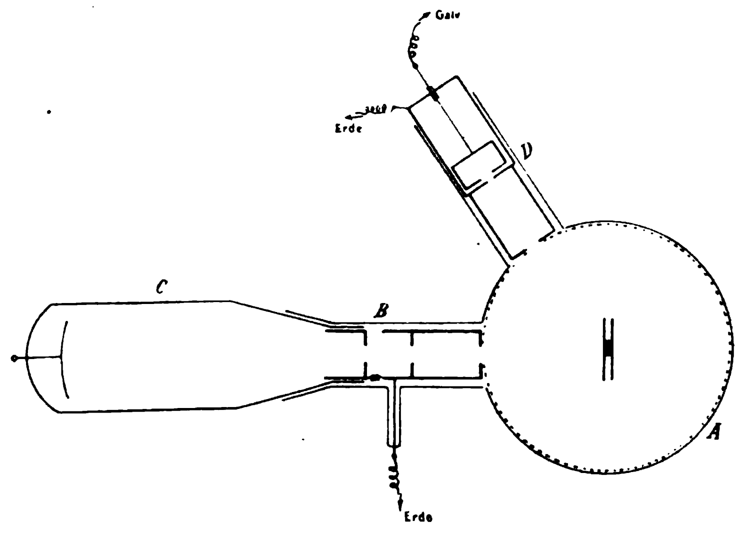


Fig. 1.

Der Raum A, in welchem sich der doppelseitige Reflector befindet, ist ein 6 cm weites Glasrohr, welches seine Längsausdehnung senkrecht zur Zeichnungsebene besitzt. Einseitig ist es durch eine aufgekittete Glasplatte verschlossen, auf der anderen Seite verengt es sich und trägt den Glasschliff, mittels dessen der Reflector um Beträge gedreht werden kann, welche an einem aussen angebrachten Teilkreis abgelesen werden können. Der kurze seitliche Rohransatz B endigt mit einem weiteren Schliff, vermittelst dessen das Entladungsrohr C angesetzt werden kann. Die Aluminiumkathode ist hohlspiegelförmig; als Anode dient ein eingekittetes Messingrohrstück, dessen Verschlussplatte die 5 mm weite kreisrunde Oeffnung enthält, über welche die Aluminiumfolie (bezogen von

J. Trump, Nürnberg; 0,002—0,003 mm dick und auf vollkommene Lochfreiheit mit der Lupe gegen eine matte 32 kerzige Glühlampe geprüft) in einer Weise geklebt ist, dass sie mit dem Messingrohr elektrischen Contact hat. Dieses letztere sowohl, wie die Diaphragmen im Rohr *B* und das engmaschige Messingdrahtnetz, mit welchem der Raum *A* innen allseitig ausgekleidet ist, sind durch dicke Drähte zur Erde geleitet. Alle Metallverbindungen wurden durchweg gelötet, um ganz sicheren Contact zu verbürgen. Das zweite Ansatzrohr *D* enthält den für andere Versuche zu benutzenden Faradaycylinder. Bei dessen Benutzung wurde die Metallfolie entfernt und mit directen Kathodenstrahlen gearbeitet. Für die Versuche mit Lenard'schen Strahlen konnten die Räume *A* und *C* nach Belieben gemeinsam oder getrennt ausgepumpt werden.

Die Beobachtungen, die wir mit dieser Röhre anstellen konnten, zeigten mit überraschender Schärfe, dass der Druck des Gases, in welchem sich der Reflector befindet, vollkommen ohne Einfluss ist. Das Verhältnis der Reflectorströme bei zwei verschiedenen Metallen unter einem beliebigen Incidenzwinkel, oder das Verhältnis der Galvanometerausschläge bei zwei verschiedenen Incidenzwinkeln war das nämliche, sei es, dass der Reflector sich im höchsterreichbaren Vacuum (in welchem elektrische Entladungen nicht mehr erreicht werden konnten) oder unter $^1/_{10}$ mm Gasdruck befand. Höher im Druck darf man nicht gehen, weil dann die Kathodenstrahlen vollkommen diffus werden, und nicht mehr alle den Reflector treffen.

Der positive Effect war bei allen Drucken der gleiche und zwar nur sehr klein. Die Abnahme des Reflectorstromes betrug nämlich bei der grössten Neigung (ca. 85°) nur etwa 20 Proc., positiver Strom trat gar nicht mehr ein. Es liegt dies an der grossen Höhe des Entladungspotentiales, welche angewandt werden musste, um merkliche Quantitäten von Kathodenstrahlen durch das Blättchen gelangen zu lassen. Wir haben bereits erwähnt (p. 109) und kommen noch ausführlicher darauf zurück, dass Erhöhung des Entladungspotentiales durch Evacuiren eine starke Verminderung des Effectes herbeiführt; da ferner die Versuche mit den Lenardstrahlen die Unabhängigkeit vom Gasdruck gezeigt haben, so folgt hieraus, dass der vermindernde Einfluss des Evacuirens der Erhöhung des

Entladungspotentiales allein zuzuschreiben ist. Daher der geringe Effect bei den Lenardstrahlen.

Diese Versuche zeigen also mit aller Sicherheit, dass der zweite Effect nichts mit dem Gase zu thun hat, dass also eine Erklärung gemäss b) nicht die richtige sein kann.

8. Bleibt also nur noch der Erklärungsweisen dritte c), dass eine durch die Kathodenstrahlen erregte secundäre Emission negativer Elektricität stattfindet. Das ultraviolette Licht, welches etwa von der Entladungsröhre ausgehend durch die Diaphragmen der Anode auf den Reflector auftrifft, kann es nicht sein, weil ja mit magnetischer Ablenkung der Kathodenstrahlen der + Strom zu Null abnimmt.

Diese secundäre Emission hat auch nichts zu thun mit einer Erscheinung, welche wohl jeder, der mit Kathodenstrahlen oder Röntgenröhren gearbeitet hat, kennt und welche von Hrn. GOLDSTEIN[1]) auch beschrieben worden ist. Bei hohem Vacuum sieht man nämlich an der Antikathode häufig ein Bündel Kathodenstrahlen sich ansetzen, welche in senkrechter Richtung von derselben ausgesandt werden. Diese Erscheinung tritt aber nur ein, wenn die Antikathode isolirt ist, und so ihr Gelegenheit geboten ist, sich infolge des Auftreffens von Kathodenstrahlen aufzuladen, sie wird dann einfach zur Kathode eines neuen Entladungsvorganges. Dass diese Erscheinung vorwiegend bei senkrechter Incidenz auftritt, gar nicht bei ganz schiefer, erklärt sich durch die auf p. 110 gezeigte Thatsache, dass unter letzterer Bedingung gar kein Aufladen zu stande kommt.

Die dritte Erklärungsweise, d. h. das Vorhandensein einer Emission neuer Strahlung, streng nachzuweisen, ist uns nicht gelungen. Es war uns nicht möglich, die emittirten von den reflectirten Strahlen zu trennen. Im Folgenden sollen Versuche mitgeteilt werden, welche zur Aufklärung unternommen wurden.

9. Die Abnahme des negativen Reflectorstromes mit wachsendem Einfallswinkel der auftreffenden Kathodenstrahlen ist um so grösser, je niedriger das Entladungspotential ist, unter welchem letztere entstehen. Das Verhältnis $\frac{+\text{ Strom bei } 85^\circ}{-\text{ Strom bei } 0^\circ}$

1) E. GOLDSTEIN, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 192. 1901.

wurde bei einer gut polirten Kupferplatte gefunden = 1,25 bei 5000 Volt, = 0,64 bei 8700 Volt. Der Neigungswinkel, bei welchem das Galvanometer stromlos, d. h. die Summe der Verluste des Reflectors an negativer Elektricität durch Reflexion und durch die Emission gleich der auffallenden Menge war, änderte sich dementsprechend auch mit dem Entladungspotential, indem der Strom Null bei um so schieferer Incidenz erst erreicht wurde, je höher das letztere war. So trat der Strom Null bei derselben hoch polirten Kupferplatte

bei	3500	Volt	unter	68°
„	5000	„	„	70
„	8700	„	„	76
„	10000	„	„	78

Incidenz ein.

Nachstehend (Fig. 2) ist die Abhängigkeit des Reflectorstromes von der Neigung für die Kupferplatte bei den Entladungspotentialen 5000 Volt und 8700 Volt in Curven wiedergegeben. Abscissen sind die Neigungswinkel, Ordinaten der Scalenausschlag des Galvanometers. Die Aenderung des Entladungspotentiales und damit der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen wurde durch Veränderung des Gasdruckes bewerkstelligt. Letztere ist als solche allein ja, wie die beschriebenen Versuche mit LENARD'schen Strahlen zeigten, ohne Einfluss. Wir haben also bisher das Resultat, dass der positive Effect mit der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen abnimmt, mit dem Incidenzwinkel zunimmt.

10. Auf die Grösse des positiven Stromes stark einwirkend ist das Material des Reflectormetalles. Man kann hier den Satz aussprechen, dass die positive Wirkung um so stärker hervortritt, je schwerer die Reflectorsubstanz ist. Platin zeigt bei 9000 Volt bereits für 62° Incidenz einen Effect, der das Galvanometer stromlos macht, während bei Kupfer unter gleichen Verhältnissen dies erst bei 76° eintritt. Mit Aluminium trat Stromlosigkeit bei diesem Entladungspotential erst bei 81° ein. Die in der Figur für Pt, Cu und Al gezeichneten Curven lassen die besprochene Wirkung der Dichte des Reflectormetalles erkennen. Man kann indessen noch nicht hieraus schliessen, dass die Stärke des zu der gewöhnlichen Reflexion hinzutretenden zweiten Effectes von Metall zu Metall eine sehr

verschiedene sei. Vielmehr zeigen die Curven eine ungefähr gleiche Abnahme der Ordinate für einen gewissen Winkelbetrag. Der positive Strom tritt nur eher und stärker bei dem

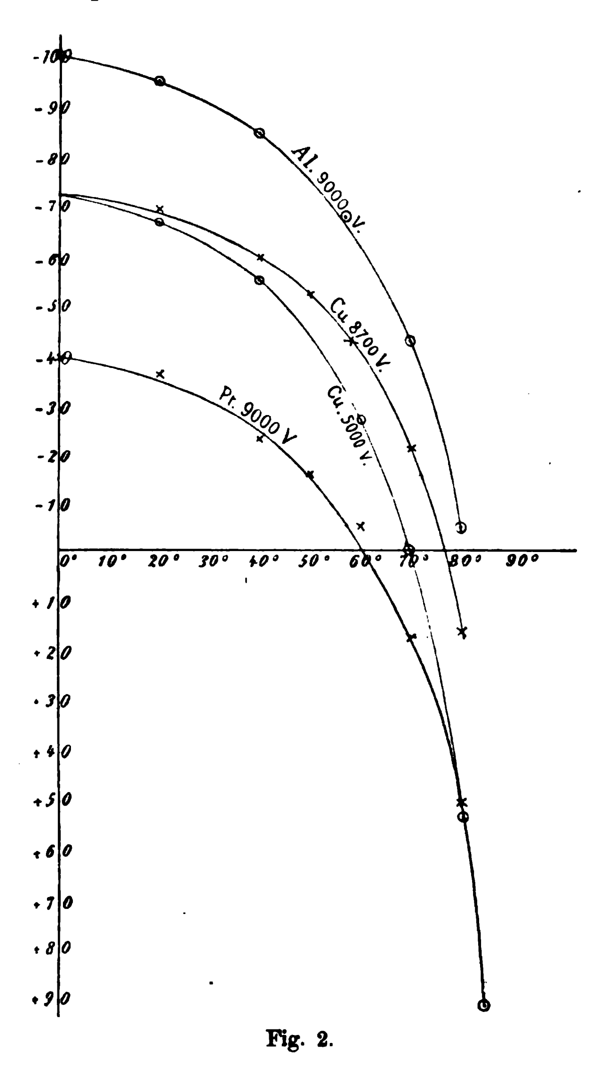


Fig. 2.

specifisch schwereren Metall ein, weil bei diesem der negative Strom bei senkrechter Incidenz wegen der grösseren Reflexion schwächer ist.

11. Von grossem Einflusse ist der Grad der Politur des Metalles, indem der positive Effect mit der Güte der Politur stark zunimmt. Mit einer Kupferplatte, deren eine Seite höchst polirt, deren andere Seite mit Smirgelpapier gerauht war, konnte schnell nacheinander unter sonst gleichen Bedingungen die Wirkung an den beiden Flächen verglichen werden. Während die polirte Seite einen positiven Strom ergab, der bei 85° Incidenz grösser war als der negative Strom bei normaler Incidenz, zeigte die rauhe Fläche überhaupt keinen + Strom, der Galvanometerausschlag blieb negativ.

12. Da der Reflector bei allen Versuchen zur Erde abgeleitet war, so vermuteten wir, es werde die von ihm emittirte Strahlung von ganz geringer Geschwindigkeit sein, ähnlich der von Lenard gefundenen, bei ultravioletter Belichtung ausgesandten Strahlung. Es wurde deswegen versucht, die emittirten von den eine Geschwindigkeit gleicher Grössenordnung beibehaltenden reflectirten [1]) Strahlen durch magnetische Ablenkung zu trennen, und zwar auf folgende Weise: An das Glasgefäss, in welchem sich der drehbare Reflector befand, war ausser dem Entladungsrohr unter 60° gegen dieses geneigt noch ein zweites Rohr angeblasen (vgl. Fig. 1 auf p. 112). In dieses wurde ein sogenannter Faraday'scher Cylinder eingesetzt, bestehend aus einem äusseren, als elektrostatischer Schutz dienenden Metallrohr mit Diaphragma und einem inneren, einseitig geschlossenen Rohrstück, welches durch das Galvanometer abgeleitet wurde. Die Entfernung zwischen dem Ende des Faraday'schen Cylinders und dem Reflector betrug 4 cm. In der Mitte befand sich noch ein zweites Diaphragma. Das 4 mm weite Diaphragma wurde, um ja jede Art Leitung auszuschliessen, mit engmaschigem Drahtnetz überzogen. Sobald Kathodenstrahlen, von der 20 plattigen Influenzmaschine erzeugt, auf den Reflector trafen, zeigte das Galvanometer Strom an, der bei Ablenkung der Strahlen im Entladungsrohr, sowie bei Drehen des Reflectors in eine Stellung, in welcher der Faradaycylinder nicht in der über der reflectirenden Fläche liegenden Halbkugel lag, aufhörte.

1) E. Gehrcke, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 20. April 1901.

Wenn sehr langsame, d. h. sehr leicht magnetisch ablenkbare Strahlen ausser den reflectirten in den Faradaycylinder gelangten, so müsste bei Annäherung eines Magneten der Strom im Galvanometer geschwächt werden. Dies war nicht der Fall, oder vielmehr erst dann, wenn auch die reflectirten Strahlen abgelenkt wurden; dann fiel der Strom plötzlich auf Null. Langsame Strahlen gingen also in diesem Falle nicht mit in den Cylinder. Dies kann daran liegen, dass entweder 1. überhaupt solche nicht ausgesandt werden, sondern a) dass eine Art Hallwachseffect vorliegt, b) dass die secundär emittirten Strahlen schnelle Strahlen sind; oder dass 2. die emittirten Strahlen gleich in der Nähe des Reflectors absorbirt werden, oder dass endlich 3. die secundären Strahlen in einer solchen Richtung emittirt wurden, dass sie nicht in den Faradaycylinder fallen konnten.

13. Um hier in der Erkenntnis einen Schritt weiter zu gelangen, wurde folgender Versuch unternommen: Es wurde die eine Seite des $1^1/_2$ cm grossen Kupferreflectors mit einer Halbkugel aus feinem Messingdrahtnetz umgeben, welche einen Schlitz hatte, sodass die ankommenden directen Kathodenstrahlen das Netz nicht trafen. Es wurden jetzt durch Drehen des Reflectors um 180° verglichen die Mengen, welche den beiden Seiten durch Reflexion verloren gehen. Nimmt man für die blanke Kupferfläche diesen Verlust als ca. 50 Proc. an, so berechnete sich aus den beobachteten Reflectorströmen der Verlust für die drahtnetzgeschützte Fläche zu ca. 35 Proc., d. h. um etwa $^1/_3$ geringer. Dies entspricht genau dem aus der Drahtdicke und Maschenweite des Netzes vorausgesehenen Verlust, das Netz fängt $^1/_3$ der reflectirten Strahlen wieder auf. Genau das Gleiche zeigte sich für schiefe Incidenz. Bei 80° Neigung zeigte die blanke Kupferfläche einen + Strom gleich dem negativen Strome bei normaler Incidenz. Sei 100 die auffallende Menge elektrisch gemessener Kathodenstrahlen, so wird die Menge 50 bei normaler Incidenz und, wie wir Grund haben anzunehmen (vgl. weiter unten), nicht viel mehr bei schiefer Incidenz reflectirt. Existirt bei schiefem Einfallswinkel ein + Strom gleicher Stärke wie — Strom bei senkrechtem Auftreffen, so heisst dies dann, dass ca. 50 Teile reflectirt und ca. 100 Teile emittirt werden, d. h. dass von der Kupferfläche 150 Teile ausgestrahlt

werden. Von diesen 150 Teilen muss $^1/_3$, d. h. 50 Teile vom Drahtnetz, zurückgehalten werden, falls nur die aus den geometrischen Dimensionen berechnete Wirkung des Drahtnetzes stattfindet. In diesem Falle muss also die geschützte Kupferfläche durch das Drahtnetz hindurch 100 Teile emittiren, d. h. ebensoviel als auffällt, das Galvanometer muss stromlos werden. Falls dagegen die 100 emittirten Teile innerhalb des Drahtnetzes vom Gase absorbirt werden, so muss ihre Elektricität dem Reflector erhalten und ein negativer Strom von $100 - \left(50 - \frac{50}{3}\right) =$ ca. 65 Teilen = (auffallende — (reflectirte — vom Drahtnetz zurückgehaltene) Menge) bestehen bleiben. Der ausgeführte Versuch zeigte, das ersteres der Fall ist. Es folgt aus dem Experimente, dass die emittirten Strahlen jedenfalls nicht nahe dem Reflector absorbirt werden, und dass auch wohl nicht ein dem Hallwachseffect ähnlicher Vorgang stattfindet.

14. Es bleibt von allen Erklärungen demgemäss nur die eine übrig, dass der Reflector bei dem Auftreffen von Kathodenstrahlen zu einem Emissionscentrum neuer Strahlen wird, welche eine Geschwindigkeit gleicher Grössenordnung haben wie die auftreffenden. Diese Emission findet, wie bisher gezeigt, in stärkerem Maasse bei grösserem Einfallswinkel statt, und wenn die directen Kathodenstrahlen bei einem niedrigen Entladungspotential entstehen; sie macht sich ferner bei den specifisch schweren Metallen besonders bemerkbar.

15. Von Interesse mögen einige Beobachtungen der Fluorescenzhelligkeit an einer den Reflector gleichmässig umgebenden Glaswand sein. Die Beobachtungen sind nur ganz qualitativer Art. Entladungspotential war 10000 Volt. Bei normaler Incidenz nahm die Helligkeit gleichmässig mit zunehmendem Reflexionswinkel ab. (Seitz[1]) giebt hierfür das cos-Gesetz aus elektrischen Messungen an.) Wenn der Einfallswinkel 45° betrug, war die Helligkeitsverteilung eine nahezu gleichförmige. Wenn der Reflector dagegen auf 80° Incidenzwinkel gedreht wurde, so nahm die Helligkeit der Fluorescenz mit wachsendem Reflexionswinkel zu und war eine ausserordentlich grosse nahe der Stelle, an welcher die Reflectorebene die Glaswand schnitt, und wo auch jede Fluorescenz

1) W. Seitz, Habilitationsschrift, Würzburg 1901.

plötzlich aufhörte. Die Glaswand zeigt dort ein helles diffuses Leuchten. Je schiefer die Incidenz, umso grösser ist die Helligkeit der Fluorescenz. Wir vermuten, dass die Reflexion sich nicht stark mit dem Einfallswinkel ändert, und dass die Zunahme der Fluorescenzhelligkeit den neu emittirten Strahlen zuzuschreiben ist. Beides, Helligkeitszunahme und Emission, findet besonders bei grossen Einfallswinkeln statt.

16. Von allergrösstem Interesse ist die Frage: Findet auch bei normaler Incidenz ein derartiger positiver Effect, eine solche Emission in bemerkbarer Weise statt? Die Beantwortung dieser Frage ist deshalb so ungemein wichtig, weil im Falle ihrer Bejahung die sämtlichen bisherigen Reflexionsmessungen wertlos sein würden, und nicht nur diese, sondern überhaupt jede Messung, bei welcher eine Kathodenstrahlenintensität galvanometrisch gemessen wurde. Dies gälte beispielsweise auch für die bolometrischen Messungen von W. Cady[1]) über die Energie der Kathodenstrahlen. Wir sind in der erfreulichen Lage, mit aller positiver Bestimmtheit aussagen zu können, dass der genannte Effect bei senkrechter Incidenz der Kathodenstrahlen niemals stattfindet, zum wenigsten nicht in einem bemerkbaren Grade. Es ist dies wohl das bemerkenswerteste und merkwürdigste Resultat der vorliegenden Arbeit.

17. Im Folgenden teilen wir die diese Behauptung bekräftigenden Beobachtungen mit:

I. Erstens müssen schon die früheren Beobachtungen des einen von uns als wesentlich mit zum Beweis beitragend angesehen werden. Dieselben haben nach zwei durchaus verschiedenen Methoden stets denselben Wert für die Grösse der Reflexion bei normaler Incidenz gegeben. Dies wäre bei Vorhandensein des so veränderlichen positiven Effectes gar nicht möglich gewesen.

II. Das Verhältnis der Reflexionsvermögen zweier Metalle für normale Incidenz wurde, wie auch früher der eine von uns bereits fand, als unabhängig gefunden von dem Entladungspotential, bei welchem die Kathodenstrahlen entstehen, und zwar diesmal in den erweiterten Grenzen von 3000 bis 30000 Volt. Bei einem Incidenzwinkel von 50° verändert sich dagegen das Verhältnis der Reflectorströme $\frac{\text{Aluminium}}{\text{Platin}}$ von 10:1 bei 4000 Volt

1) W. Cady, Ann. d. Phys. 1. p. 678. 1900.

zu 3 : 1 bei 18000 Volt Entladungspotential, und diese Veränderlichkeit nimmt mit der Schiefe der Incidenz zu.

III. Die Grösse der Reflexion bei senkrechter Incidenz ist unabhängig von der Güte der Politur der reflectirenden Fläche, indem ein hochpolirter Metallspiegel dieselbe Reflexion zeigt, wie eine grob gesmirgelte Fläche.[1]) Bei einem schiefen Einfallswinkel spielt die Beschaffenheit der Oberfläche eine grosse Rolle. Während eine spiegelnde Kupferfläche einen + Strom gleich dem — Strom bei senkrechter Incidenz lieferte, zeigte unter sonst gleichen Bedingungen eine matt gesmirgelte Fläche noch negativen Strom. Grosse positive Ströme lassen sich überhaupt nur mit frisch geputzten Metallflächen erreichen. Nach einigem Gebrauch nimmt der positive Effect ab und kann auch ganz verschwinden.

IV. Das Verhältnis der Reflexionsvermögen zweier Metalle ergiebt sich nur bei senkrechter Incidenz als genau der gleiche, vom Entladungspotential unabhängige Wert, sei es, dass es gemessen ist, aus dem Verhältnis der in einen Faraday'schen Cylinder reflectirten Elektricitätsmengen, oder aus den durch Ableitung des Reflectors durch ein Galvanometer erhaltenen Strömen. Sobald schiefe Incidenz stattfindet, sind die nach beiden Methoden erhaltenen Werte ganz verschiedene. Bei der Messung mittels des Reflectorstromes tritt jetzt der ganze positive Effect in die Messung ein. Für das Verhältnis Ag : Al ergab sich aus den Reflectorströmen bei normaler Incidenz beispielsweise das Verhältnis 2 : 1 unabhängig vom Druck. Bei schiefer Incidenz lässt sich dies Verhältnis, das sich mit dem Gasdruck jetzt stark ändert, gar nicht mehr bilden, weil bei einem gewissen Winkel z. B. das eine Metall bereits + Strom, das andere noch — Strom zeigt. Das Verhältnis der gleichzeitig im Faradaycylinder gemessenen Ströme änderte sich von dem dem obigen gleichen Wert 2 : 1 bei normaler Incidenz zu 1,3 : 1 bei 50° Incidenz. Ersterer Wert unabhängig vom Druck, letzterer Wert sich mit ihm verändernd, jedoch nicht sehr stark, von 1,3 bei 5000 Volt bis etwa 1,5 bei 12000 Volt Entladungspotential. Diese, wenn auch nicht sehr bedeutenden Veränderungen lassen erkennen, dass etwas von der den

---

1) Vgl. H. Starke, Wied. Ann. **66**. p. 56. 1898.

positiven Effect bewirkenden secundären Emission in den Cylinder gelangt ist, was die Versuche mit der magnetischen Ablenkung nicht erkennen liessen. Es zeigt dies, dass die in den Cylinder gelangenden emittirten Strahlen eine Geschwindigkeit von der Grössenordnung derjenigen der reflectirten, d. h. auch der primären Kathodenstrahlen besitzen müssen, d. i. die unter b) ausgesprochene Vermutung von p. 118; und dass wohl auch wegen der Kleinheit der Aenderung die eben dort unter 3. ausgesprochene Ansicht teilweise richtig ist, wofür ja auch die Beobachtung mit der Fluorescenz (p. 119) spricht.

V. Die im Folgenden mitgeteilte Messung ist nur eine Erweiterung des unter II. Gesagten. Wenn das Verhältnis der Reflexionen zweier Metalle bei senkrechter Incidenz unabhäng ist vom Entladungspotential, so gilt dies noch nicht ohne weiteres von den absoluten Reflexionen selbst. Die Reflexionsvermögen könnten sich ja in proportionaler Weise ändern. Um dies zu prüfen, wurde ein Metallkörper hergestellt, der einerseits eine blanke Kupferfläche, andererseits einen kleinen Faraday'schen Cylinder besass. Durch Drehung um 180° konnte die Stellung der beiden vertauscht und auf diese Weise unmittelbar hintereinander die vom Faradaycylinder aufgenommene Gesamtmenge Q mit der vom Kupfer absorbirten Menge (d. h. Gesamtmenge Q — reflectirter Menge kQ) verglichen, d. h. die Reflexion an der Kupferfläche direct bestimmt werden. Bei normaler Incidenz ergab sich das Verhältnis der Galvanometerströme $Q(1-k)/Q = (1-k)$ als

$1-k$			k
0,50	bei	7 000 Volt	0,50
0,49	„	12 000 „	0,51
0,53	„	18 000 „	0,47
0,51	„	25 000 „	0,49

Die Zahlen zeigen die Unveränderlichkeit von k mit dem Entladungspotential. Dass k nicht den früher gefundenen Wert 0,45 hat, ist der Unterlassung der Correctionen zuzuschreiben, welche wegen des Verlustes durch das Diaphragma im Faradaycylinder, sowie wegen doppelter Reflexion nötig sind.

18. Die eben angegebenen Gründe zeigen mit aller Deutlichkeit, dass bei senkrechter Incidenz der Kathodenstrahlen der positive Effect nicht vorhanden ist. Bei senkrechter Incidenz findet nur die reine Reflexion statt, und erst bei schiefem Einfall der primären Kathodenstrahlen tritt die neue Emission hinzu, welche im Gegensatz zur Reflexion vom Entladungspotential und von der Oberflächenbeschaffenheit des Reflectors stark abhängig ist. Was die Abhängigkeit von dem Incidenzwinkel betrifft, so neigen wir der Ansicht zu, wenn wir sie auch nicht mit Bestimmtheit bestätigen können, dass die Grösse der eigentlichen Reflexion sich nicht sehr wesentlich mit dem Einfallswinkel ändert; die Aenderung der beobachteten, scheinbaren Reflexion liegt dann an dem mit wachsendem Einfallswinkel immer mehr hervortretenden zweiten Effect. Wir erinnern zur Unterstützung dieser Ansicht an die Versuche mit Lenardstrahlen (p. 113). Hier war das Entladungspotential ein sehr hohes, der positive Effect daher nur noch sehr klein, und es zeigte sich hier, dass nur ganz geringe Unterschiede, ca. 10—20 Proc., im Reflectorstrom sich bemerkbar machten, wenn der Incidenzwinkel von 0^0—80^0 verändert wurde. Diese geringen Unterschiede können herrühren von einer Vergrösserung der Reflexion mit dem Einfallswinkel oder von einem noch vorhandenen Rest des positiven Effectes.

Dieser letztere war bei den Versuchen mit Lenardstrahlen also ganz oder fast ganz verschwunden. Es mag hierbei neben der Höhe des Entladungspotentiales auch die geringe Intensität der Kathodenstrahlen als Ursache beteiligt sein. Wir haben beobachtet, dass bei grossen Intensitätsunterschieden sich die quantitativen Verhältnisse bei dem Auftreten des positiven Effectes verändern. Wir haben auf die nähere Untersuchung hiervon bisher verzichtet; es hat dieser Umstand auch keinen Einfluss auf das bisher Gesagte.

Resultate.

Wenn wir die Ergebnisse vorliegender Untersuchung zusammenfassen, so ergeben sich folgende Resultate:

I. Bei dem Auftreffen von Kathodenstrahlen auf ein Metallblech erhält man unter gewissen Umständen positive Elektricität

auf demselben. Dies zeigt, dass ausser dem gewöhnlichen Reflexionsvorgang noch eine weitere Abgabe negativer Elektricität stattfindet.

II. Die Abgabe negativer Elektricität ist Folge einer secundären Emission negativ geladener Teilchen, deren Geschwindigkeit von derselben Grössenordnung wie diejenige der auftreffenden Kathodenstrahlen ist.

III. Diese Emission nimmt mit der Geschwindigkeit der auftreffenden Kathodenstrahlen ab, ist aber unabhängig vom Gasdruck.

IV. Die Emission wird um so grösser, je besser die Politur, und giebt sich um so mehr durch Eintreten eines positiven Reflectorstromes zu erkennen, je grösser die Dichte des Reflectormetalles ist.

V. Die Emission ist um so grösser, je schiefer die Incidenz der auftreffenden Kathodenstrahlen ist, und verschwindet vollständig bei senkrechtem Einfall.

VI. Das letzte Resultat rettet die Beobachtungen des einen von uns, welche stark bedroht waren. Die gefundenen Zahlen behalten ihre Bedeutung als Reflexionscoefficienten bei. Diese Coefficienten sind für eine Anzahl weiterer Metalle für normale Incidenz durch Vergleichung mit Kupfer bestimmt worden. Dieselben seien zum Schluss hier angegeben:

	Dichtigkeit	Reflexion in %
Pt	21,5	72
Pb	11,3	63
Ag	10,5	59
Bi	9,9	58
Ni	8,9	48
Cu	8,5	45
Messing	8,1	43
Fe	7,7	40
Zn	7,1	40
Al	2,6	25
Mg	1,7	25

Die Zahlen zeigen, dass das Reflexionsvermögen nahezu proportional der Dichte wächst. Diese Proportionalität gilt aber nicht durchweg, indem z. B. Platin viel weniger reflectirt, als aus der Dichte berechnet ist. Diese Abweichungen sind

auch zu gross, als dass sie aus Versuchsfehlern erklärt werden könnten.

VIII. Das Reflexionsvermögen bei normaler Incidenz ist als unabhängig vom Gasdruck und Entladungspotential gefunden, innerhalb der Werte 3000—30000 Volt. Dies macht die Erörterungen, welche Hr. J. Stark in der citirten Notiz anstellt, gegenstandslos.

Es bleibt noch zu bemerken, dass wir den von Entladungspotential, Incidenzwinkel, Politur etc. abhängigen Vorgang, welcher bei senkrechter Incidenz verschwindet, als Emission, den von genannten Factoren unabhängigen Vorgang als Reflexion bezeichnet haben. Dies ist willkürlich, und man kann ohne weitere Hypothesen nicht entscheiden, ob nicht eine Vertauschung der Bezeichnungen die richtigere Ansicht liefert. Nach letzterer würde bei senkrechter Incidenz keine Reflexion eintreten.

Zum Schluss seien noch einige Bemerkungen bezüglich der bereits citirten Arbeit des Hrn. W. Seitz hinzugefügt. In derselben sind eingehend die Aenderungen behandelt, welche die Reflexion mit dem Incidenzwinkel erleidet, und doch ist Hrn. Seitz die von uns besprochene Erscheinung entgangen. Es war dies auch nicht anders möglich bei der von ihm gewählten Messweise. Würde Hr. Seitz den Reflector anstatt direct, nur einmal durch ein Galvanometer zur Erde geleitet haben, so hätte er den positiven Strom bemerkt. Vielleicht würden auch schon die Ergebnisse mit dem Faraday'schen Cylinder ihn zur Auffindung der Erscheinung geführt haben, wenn er zu noch grösseren Incidenz- und Emanationswinkeln übergegangen wäre. (Sein grösster Incidenzwinkel betrug nur 45°.) Die Fluorescenzversuche, welche wir auf p. 119 beschrieben haben, lassen auf eine starke Vergrösserung der in den Faradaycylinder gelangenden Elektricitätsmenge in diesem Fall schliessen, und es verlohnte sich wohl der Mühe, die Seitz'schen Versuche in der angedeuteten Weise zu erweitern.

Eine Betrachtung der von Seitz zusammengestellten Zahlen zeigt übrigens auch mit viel Deutlichkeit, dass bei schiefer Incidenz zur Reflexion ein zweiter Vorgang hinzutritt, der bei senkrechtem Einfall der Kathodenstrahlen fehlt. Im letzteren

Fall ist nämlich die Verteilung der reflectirten Strahlen im Raume für alle Metalle gleichmässig, die Menge in beliebiger Richtung dem cos des Emanationswinkels proportional. Das Verhältnis der Reflexion für einen beliebigen Emanationswinkel e zu derjenigen bei beispielsweise 25° ist für alle Metalle das gleiche. Es beträgt für:

	Al	Cu	Zn	Fe	Pt	Ag
$e = 45°$	0,71	0,72	0,72	0,75	0,78	0,68
$e = 60°$	—	0,53	0,51	0,49	0,50	0,50

Sobald die Kathodenstrahlen schief auftreffen, zeigen sich Unterschiede im Verhalten der einzelnen Metalle, offenbar von dem jetzt vorhandenen zweiten Effect herrührend. Dies zeigen die folgenden Zahlen, welche das Verhältnis der Reflexion in Richtung $e = 45°$ zu derjenigen in senkrechter Richtung, $e = 0°$, für 45° Incidenz wiedergeben:

Al	Cu	Zn	Fe	Pt	Ag
1,08	0,98	1,06	0,99	0,78	0,76

Endlich möchten wir, wie es der eine von uns bereits früher gethan hat, dringend darauf aufmerksam machen, dass Messungen der hier beschriebenen Art nur Wert haben können, wenn sie mit constantem Entladungsstrom, d. h. mit Influenzmaschine oder Hochspannungsbatterie ausgeführt sind. Wenn Hr. Seitz dies befolgt hätte, würde er neben übersehbareren Versuchsverhältnissen auch in sehr viel geringerem Maasse die von ihm hervorgehobenen Schwierigkeiten in der Erzielung constanter Ströme gehabt haben.

Berlin, Physik. Inst. d. Univ., März 1902.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. **Nr. 7.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 11. April 1902.

Vorsitzender: Hr. M. PLANCK.

Hr. **M. Thiesen** spricht einen

Nachruf für JOHANNES PERNET.

Hr. **H. Starke** erläutert ferner die in Gemeinschaft mit Hrn. **L. Austin** angestellten Untersuchungen, welche in der in der Sitzung vom 21. März vorgelegten Mitteilung

über die Reflexion der Kathodenstrahlen und eine damit verbundene neue Erscheinung secundärer Emission

in diesen Verhandlungen p. 106—126 bereits veröffentlicht sind.

Hr. **F. Neesen** legt eine

Erwiderung an Hrn. G. W. A. KAHLBAUM

vor.

Als Mitglied wird in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. OTTO STEFFENS, Berlin, Philippstr. 13a.

(Vorgeschlagen durch Hrn. BÖRNSTEIN.)

Adressenberichtigung.

(Vgl. p. 78.)

Hr. Dr. HEINRICH GAEDEKE, Berlin W. 15, Fasanenstr. 97, l. Gartenhaus, pt.

Nachruf
für
Johannes Pernet.

Von M. Thiesen.

(Gesprochen in der Sitzung vom 11. April 1902.)
(Vgl. oben S. 127.)

Wenn ich es hier unternehme, einige Worte zum Andenken meines dahingeschiedenen Freundes zu sprechen, so will ich doch keineswegs eine wirkliche Biographie geben. Ich benutze ausser dem, was jedem zugänglich ist, kein anderes Material als meine Erinnerungen und seine Briefe an mich. Nun hat uns zwar das Schicksal vielfach zusammengeführt und wenn wir auseinander kamen, so habe ich öfters bogenlange Briefe von ihm erhalten, aber dann blieben wir wohl auch jahrelang ohne directe Beziehung, und seine Briefe geben im allgemeinen nur das wieder, was ihn augenblicklich bewegte. Meine Mitteilungen werden daher notwendigerweise eine subjective Färbung haben müssen.

Johannes Pernet wurde am 18. December 1845 zu Bern geboren. Sein Vater, den er früh verlor, war dort Lehrer, doch blieb die Familie, weil aus dem Waadtlande eingewandert, kantonfremd. Es machte einen tiefen Eindruck auf Pernet, als er später in Königsberg durch Vermittelung Richelot's ein Stipendium erhielt, während ihm in seiner Geburtsstadt als Fremden jede Unterstützung versagt bleiben musste. Schule und Universität besuchte er in Bern, noch als Student in frühen Semestern übernahm er den Unterricht in Mathematik und Naturwissenschaften, ich glaube auch im Turnen, an

dortigen Schulen; 1866 wurde er Assistent am physikalischen Cabinet und an der Sternwarte. Als Frucht dieser Thätigkeit erschien 1869 eine Arbeit von ihm über den Gang der meteorologischen Elemente in Bern.

1868 ging er nach Königsberg, um, wie schon manche Schweizer vor ihm, F. E. NEUMANN zu hören. Damals lernte ich ihn kennen, zumal da er, als Schweizer Zofinger, dem studentischen Verein beitrat, dem auch ich angehörte.

Schon nach einem Semester folgte PERNET 1869 einem Rufe seines Lehrers WILD, der vor kurzem Director des physikalischen Central-Observatoriums in Petersburg geworden war, als Assistent an diese Anstalt. Veröffentlicht hat er dort eine Abhandlung über die Bestimmung von Erdtemperaturen mit Thermoketten, in welcher er die von ihm in Petersburg zu diesem Zwecke getroffene Einrichtung beschreibt.

Im Herbste 1872 kehrte PERNET wieder für drei Semester an die Königsberger Universität zurück. Neben mathematischen und naturwissenschaftlichen Vorlesungen hörte er hauptsächlich F. E. NEUMANN, nahm an den theoretischen Uebungen in dessen Seminar teil und durfte auch in NEUMANN's Privatlaboratorium experimentell arbeiten. Einmal forderte ihn NEUMANN auf, den Nullpunkt eines soeben eingetroffenen JOLLY'schen Luftthermometers zu bestimmen. PERNET erklärte bald, das ginge gar nicht, und nun bemerkte NEUMANN lächelnd, er habe das auch schon gefunden und begriffe nicht, wie so viele Physiker anstandslos mit diesem Instrumente arbeiteten.

Aus eigener Kenntnis kann ich über diesen zweiten Königsberger Aufenthalt PERNET's kaum berichten, doch traf ich ihn dann im Sommer 1874 wieder in Breslau als Assistent von O. E. MEYER. Hier traten wir uns näher und ich lernte die geselligen und gemütlichen Eigenschaften PERNET's kennen und schätzen; teils im Zusammensein mit Bekannten von Königsberg her, von denen namentlich DORN, damals Professor extraordinarius in Breslau, zu erwähnen ist, teils im Kreise der Universitätsassistenten, in den auch ich durch PERNET eingeführt wurde. Vielfach trafen wir uns auch in dem

meiner Ansicht nach wenig gemütlichen aber von Pernet bevorzugten Lesezimmer einer Conditorei; erst später erfuhr ich, dass ihn hierher ein besonderer Magnet, eine Verwandte des Besitzers zog. Hier in Breslau arbeiteten wir auch zum ersten Male experimentell zusammen. Es handelte sich um die Untersuchung eines mehrere Meter langen Erdthermometers, wir beobachteten in einem kleinen durch einen eisernen Ofen im Sommer auf über 50° erwärmten Zimmer, bis die trockene Destillation einer Tischplatte, die als Schutz gegen die Strahlung vor den rotglühenden Ofen gestellt war, die Situation unhaltbar machte.

Bald darauf wurde Pernet durch seine Studien über die Bestimmung von Erdtemperaturen zu eingehenden Untersuchungen über die Aenderungen des Eispunktes von Quecksilberthermometern geführt, den Untersuchungen, welche die Grundlage seiner wissenschaftlichen Bedeutung bilden. Zwar waren solche Aenderungen schon mehrfach beobachtet worden, und namentlich Despretz hatte fast vierzig Jahre früher ihre Natur im wesentlichen richtig erkannt. Aber diese Erkenntnis hatte anderen unrichtigen Annahmen weichen müssen. Da nun ausserdem das in Deutschland für Thermometer üblich gewordene Glas diese Aenderungen besonders stark zeigte, so folgte daraus eine erhebliche Ungenauigkeit der Temperaturmessung, die dadurch nicht genauer wurde, dass man sich gewöhnt hatte, die Correcturen des Quecksilberthermometers durch directe Vergleichung mit dem Luftthermometer zu finden. Die fehlerhafte Temperaturbestimmung hat lange Zeit hindurch viele sonst sorgfältige Arbeiten wertlos gemacht.

Hierin ist, und zwar hauptsächlich durch Pernet und durch die von ihm unmittelbar und mittelbar angeregten Arbeiten, eine gründliche Aenderung eingetreten. Pernet zeigte, wie man die Aenderungen der Fundamentalpunkte zu berücksichtigen habe, um zunächst von einem und demselben Thermometer constante Angaben zu erhalten. Damit waren die weiteren Schritte ohne weiteres gegeben, die darin bestanden haben, durch sorgfältig mit Gasthermometern verglichene Quecksilberthermometer eine bestimmte, der abso-

luten Scale nahe kommende Temperaturscale festzulegen und zwar im Intervalle von 0—100° mit einer Genauigkeit von etwa 0,002°. Leider ist aus äusseren Gründen bisher der letzte Schritt unterblieben, eine etwaige Abweichung dieser Scale von der absoluten mit derselben Genauigkeit festzustellen.

Pernet promovirte 1875 in Breslau und habilitirte sich dort 1876 für Physik und Meteorologie. In demselben Jahre folgte er einer Aufforderung des Prof. Foerster, damals Director der Normal-Aichungscommission zu Berlin, in den Universitätsferien seine thermometrischen Untersuchungen in Berlin mit den Mitteln der Commission fortzusetzen. Diese Arbeiten, welche später von seinen Mitarbeitern, Grunmach, Wiebe und mir in den Metronomischen Beiträgen veröffentlicht wurden, bilden wenigstens für das Quecksilberthermometer die Grundlage der heutigen Thermometrie.

Zum 1. Juli 1877 ging Pernet an das im Entstehen begriffene Bureau international des Poids et Mesures im Pavillon de Breteuil bei Paris, wurde einige Monate später, nach der Demission des ersten Directors Govi, mit der Führung der Directorialgeschäfte betraut und führte seine Braut aus Breslau heim, die ihm fast 25 Jahre lang in Freud' und Leid eine treue Gefährtin sein sollte.

Pernet's grosse Verdienste um die Einrichtung des Bureaus sind stets anerkannt worden, aber seine Hoffnung, definitiv zum Director ernannt zu werden, scheiterte. Vielmehr wurde er ganz allmählich zunächst von der leitenden Stellung, sodann von den liebgewonnenen Arbeiten am Brunner'schen Comparator, den er zu einem Musterapparat allerersten Ranges erhoben hatte, verdrängt, und auch die ihm noch gelassenen thermometrischen Arbeiten, für die ihm schliesslich bestimmte Fristen gestellt wurden, konnten trotz aller rastlosen Arbeit zu keinem ganz befriedigenden Abschluss gebracht werden.

Pernet's Stellung zu erschüttern, trug wohl viel eine Krankheit bei, die ihn zwang, Ende 1882 eine Kaltwasserkur zu gebrauchen und die maasslos übertrieben wurde, da man ihn als unheilbar an Gehirnerweichung erkrankt hinstellte.

Dass er aber, nicht ohne kränkende Demütigungen zu erfahren, das Bureau verlassen musste, bewirkte der, ich weiss nicht wie entstandene, Hass eines Landsmannes von ihm, der damals das Comité, ohne seine decorative Spitze zu bilden, mit einer diplomatischen Kleinkunst leitete, der man zwar die Achtung aber nicht die Bewunderung versagen darf.

Nach $8^1/_2$ Jahren einer dem Bureau gewidmeten Arbeit siedelte PERNET Ende 1885 mit Frau und drei Kindern nach Berlin über. Er wurde bei der Normal-Aichungscommission diätarisch beschäftigt und befand sich anfangs, wie natürlich, bei beschränkten Verhältnissen in einer sehr trüben Stimmung, in die erst ein kurzer Aufenthalt an der Seewarte einiges Licht warf. Aber bald raffte er sich zu seiner alten Energie auf. Er suchte und fand rasch neue Beziehungen und wusste namentlich bei HELMHOLTZ eine Anerkennung seiner Arbeiten und eine dauernde kräftige Unterstützung zu finden, wie sie bei HELMHOLTZ' Natur überraschen könnte.

1886 habilitirte sich PERNET unter grösstmöglichem Entgegenkommen der Facultät in Berlin und gründete später ein Privatlaboratorium, das zum Teil recht kostbare Instrumente enthielt. 1887 wurde er kommissorisch, 1888 definitiv zum Mitglied der neu gegründeten Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ernannt; die ersten Arbeiten der wissenschaftlichen Abteilung dieser Anstalt wurden in PERNET's Laboratorium ausgeführt.

Neben Ausführung und Leitung der wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigte ihn der Bau und die Ausstattung des Dienstgebäudes dieser Abteilung. Er wusste noch eine erhebliche Verbesserung des Bauplanes durchzusetzen und in freundschaftlichem Zusammenarbeiten mit dem eigentlichen Bauleiter war er unermüdlich thätig, für die kleinsten Einzelheiten die beste Ausführungsform zu finden.

Gerade um die Zeit, als der Bau nahe vollendet war und die wissenschaftliche Abteilung ihre regelmässige Thätigkeit beginnen sollte, nahm PERNET zum Wintersemester 1890 eine Stelle als Professor der Physik am Polytechnicum in Zürich an und kehrte also, nachdem er in drei verschiedenen Ländern, Russland, Frankreich und Deutschland, eine neue Heimat zu

finden geglaubt hatte, nach seinem Geburtsland zurück. Es kann dies auffallend erscheinen. Ein Chef, wie Helmholtz, mit dem er aufs beste stand, der ihn wissenschaftlich anregte und ihm dabei in seinen Arbeiten völlige Freiheit liess, durch dessen Autorität er vieles zu erreichen hoffen durfte; ein wissenschaftlicher Stab von vier Assistenten und Hülfsarbeitern, wie er für grössere Untersuchungen erwünscht aber auch ausreichend ist; ein Institut, in dem jedes Möbel und fast jeder Apparat nach seinen Plänen ausgeführt war; Aufgaben, die ganz seiner Neigung entsprachen; Mittel, die jedenfalls an anderer Stelle für gleiche Zwecke nicht zu erhalten waren: das waren Bedingungen, die wohl vielfach als ideal erscheinen konnten. Freilich fehlten auch die Schatten in diesem Gemälde nicht. Ausschlaggebend aber waren pecuniäre Gründe. Pernet, dessen sanguinisches Temperament auch in seinen wissenschaftlichen Arbeiten nicht immer das Ziel den vorhandenen Mitteln anzupassen verstand, ist, trotz der unverdrossenen Fürsorge seiner Frau, wohl niemals ganz aus pecuniären Sorgen herausgekommen und, obgleich er das damalige Maximalgehalt der Stellung bezog, so sah er doch in der Uebersiedelung nach Zürich eine wesentliche Verbesserung.

In Zürich musste natürlich die wissenschaftliche Thätigkeit Pernet's, wenigstens in der bisher geübten Art, gegen eine sehr ausgedehnte Lehrthätigkeit zurücktreten, jedenfalls mehr, als er bei Annahme der Stellung vermutet hatte. Seine Bemühungen, die wissenschaftlichen Arbeiten in der Schweiz zu heben, hatten nur einen teilweisen und langsamen Erfolg. Eigene Krankheit und Krankheiten der Kinder trafen ihn schwer. Aber in der letzten Zeit schien sich vieles zum bessern zu wenden, und im vorigen Sommer durfte ich mit ihm und einem Teile seiner Familie wieder einige frohe Stunden verleben. Jetzt hat ihn plötzlich und unvermutet der Tod dahin gerafft. Die Empörung über die wissenschaftliche Unehrlichkeit eines Schülers, der Beobachtungen fingirt hatte, soll ihm einen starken Stoss versetzt haben; in einer Sitzung, in der über die Schaffung einer der Reichsanstalt ähnlichen Anstalt verhandelt wurde, traf ihn, während er

sprach, der Schlag und nach wenigen Stunden verschied er am 15. Februar d. J., ohne das Bewusstsein wieder erlangt zu haben.

Unserer Gesellschaft gehörte PERNET seit 1886 an; vorgetragen hat er über Themata, die Thermometer, Barometer und den Phonographen betreffen; mehrere Jahre hindurch hat er Referate für die Fortschritte geliefert.

PERNET's wissenschaftliche Hauptbedeutung liegt, wie schon erwähnt, auf dem Gebiete der Temperaturmessung; aber er verwahrte sich mit Recht dagegen, als „einseitiger Thermometerfritze“ ausgeschrieen zu werden. Für eine grosse Gruppe von Messungen sind gute Temperaturbestimmungen Vorbedingung; erst wenn solche erzielt waren, konnte man weiter gehen. Namentlich wollte er sich dann der Calorimetrie widmen und thatsächlich hat er auch hier eine feste Grundlage geschaffen durch eigene kritische Arbeiten und durch die Versuche seines Schülers LÜDIN über die specifische Wärme des Wassers. Viel hat er auch in Construction und Verbesserung von Apparaten und auf dem Gebiete der Längenmessung geleistet; eine seiner letzten Veröffentlichungen enthält den Vorschlag zu einem Drehcomparator. Doch ich will hier kein vollständiges Bild seiner wissenschaftlichen Thätigkeit geben; da er eifriger im Schaffen als im Veröffentlichen war, wird sich dies vielleicht auch erst später ausführen lassen.

In seinen Arbeiten war PERNET unermüdlich, Tag und Nacht waren ihm gleich und der verlorene Schlaf wurde gerne auf Fahrten in der Strassen- oder Eisenbahn nachgeholt; ich könnte manch' ein Beispiel dafür anführen, dass er wirklich, einmal bei der Arbeit, wie er sagte, zu faul zum Aufhören war. Dafür konnte er dann auch freilich zur Verzweiflung anderer eine angefangene Sache Jahre lang liegen lassen.

Dabei war er ein guter Gesellschafter, ein liebevoller Gatte und Vater, musikalisch, religiös. Leicht wusste er sich Beziehungen und warme Freunde zu schaffen; freilich kann man auch nicht behaupten, dass er keinen Feind gehabt hätte. Er hatte ausgesprochene Abneigungen; selbsterfahrenes

wie fremdes Unrecht, bemerkte Unredlichkeiten liessen ihn niemals kalt und auch um seine Ziele zu erreichen, fürchtete er nicht, wie er sagte, tüchtig um sich zu beissen.

Alle, die ihn näher gekannt haben, werden ihm ein treues warmes Andenken bewahren, und auch in der Wissenschaft wird sein Name, wie ich glaube, einen besseren Platz finden, als es der ihm bei Lebzeiten im allgemeinen gewordenen Anerkennung entspricht.

Erwiderung an Hrn. G. W. A. Kahlbaum; von F. Neesen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 11. April 1902.)

(Vgl. oben S. 127.)

Auf die in diesen Verhandlungen veröffentlichten Bemerkungen von Hrn. KAHLBAUM [1]) zu meinen Vergleichsversuchen über Quecksilberpumpen scheint es mir nur angezeigt, thatsächliches anzuführen.

Ueber die unter a) bemängelte Methode, die Druckveränderung aus der jeweiligen Lichterscheinung zu bestimmen und den unter c) gemachten Einwurf der Inconstanz der Erwärmung wegen veränderlichem Druck, wird sich jeder, welcher sich für die Frage interessirt, selbst sein Urteil bilden. Zu b) wiederhole ich, was schon in meiner ersten Veröffentlichung stand, dass mit jeder Pumpe der Versuch nicht einmal, sondern mindestens zweimal hintereinander gemacht wurde. Unterschiede in der Entleerungszeit, welche den in Betracht kommenden Zeitdifferenzen von mehreren Minuten vergleichbar waren, habe ich nicht gefunden. Uebrigens dürfte es für die Praxis nicht darauf ankommen, was eine solche Pumpe nach einmaligem Luftzulassen leisten kann, sondern was sie sofort leistet.

Aus einer Fussnote in der Entgegnung von Hrn. KAHLBAUM könnte vielleicht ein Leser entnehmen, dass ich aus der Erwärmungsvorrichtung ein Geheimnis machen will. Diese Vorrichtung rührt aber von Hrn. BURGER her.

---

1) G. W. A. Kahlbaum, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 4. p. 72 ff. 1902.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 8.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 25. April 1902.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Hr. F. F. **Martens** spricht

über den Einfluss des Atomgewichtes auf die Eigenschwingung, Dispersion und Farbe von durchsichtigen Elementen und Verbindungen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Hr. J. **Traube** trägt ferner vor eine

Theorie der kritischen Erscheinungen und der Verdampfung. Beitrag zur Theorie der Lösungen.

Hr. M. PLANCK legt eine Mitteilung des Hrn. J. **Stark** in Göttingen vor:

Kritische Bemerkungen zu der Mitteilung der Herren AUSTIN und STARKE über Kathodenstrahlreflexion.

(vgl. diese Verhandlungen p. 106—126).

Hr. O. **Schönrock** legt endlich eine von ihm in Gemeinschaft mit Hrn. R. **Wachsmuth** verfasste Mitteilung vor:

Beiträge zu einer Wiederholung des MASCART'schen Versuches.

Als Mitglied wird in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. C. KRALL, Elberfeld, Roonstr. 54.

(Vorgeschlagen durch Hrn. H. STARKE.)

Ueber den Einfluss des Atomgewichtes auf die Eigenschwingung, Dispersion und Farbe von durchsichtigen Elementen und Verbindungen;
von F. F. Martens.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Vorgetragen in der Sitzung vom 25. April 1902.)

(Vgl. oben S. 187.)

I. Versuche.

1. Methode.

Die nachstehenden Versuche sind fast alle nach einer schon früher vom Verfasser benutzten Methode[1]) angestellt. Das grosse Flussspatprisma des Institutes ist auf einem 10″-Spectrometer von Schmidt & Haensch, dessen Objective aus Quarz und Flussspat bestehen, aufgestellt. Das Ocular ist durch eine photographische Camera ersetzt, welche jedoch leicht mit dem Ocular vertauscht werden kann. Um die

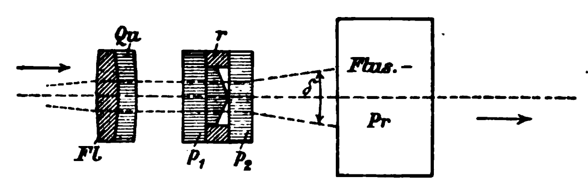


Fig. 1.

Brechungsexponenten von Flüssigkeiten zu bestimmen, werden diese in einen Hohlraum (vgl. Fig. 1) gebracht, welcher durch den Ring r und die beiden Quarzplatten p_1 und p_2 gebildet wird.

Ausser der Flüssigkeit befindet sich in dem Hohlraume ein Zwillingsprisma aus Quarz, dessen beide brechende Winkel $\varphi = 1^0 10'$ sind. Axenrichtung ist durch Schraffiren angedeutet.

Bei der Anwendung wird die brechende Kante des Zwillingsprismas horizontal gestellt, ebenso der Spalt des Spectro-

---

1) F. F. Martens, Ann. d. Phys. 6. p. 603—640. 1901.

meters. Auf der Platte entstehen dann zwei übereinanderliegende Reihen horizontaler Spaltbilder. Ist δ der Winkelabstand zweier Spaltbilder derselben Wellenlänge, n der gesuchte Exponent der Flüssigkeit, N der bekannte Index des ordentlichen Strahles im Quarz, so ist nach bekanntem Satze

$$\tfrac{1}{2}\delta = \pm (n-1)\varphi \mp (N-1)\varphi,$$

und deshalb

$$n = N \pm \frac{\delta}{2\varphi}, \tag{1}$$

je nachdem $n \gtrless N$.

2. Brom, Br.

Die Eigenschwingung eines durchsichtigen Elementes kann man auf verschiedene Weise ermitteln; man kann entweder 1. die Dispersion des Elementes oder 2. die Dispersion von Verbindungen desselben bestimmen und aus dem Ansteigen der Brechungsexponenten auf die Lage der Eigenschwingung schliessen; man kann 3. die Absorption von Lösungen des Elementes oder 4. von Lösungen der Verbindungen bestimmen. Auf flüssiges Br hat Verfasser die Methoden 1 und 3 angewandt.

Genau ist Br bisher nur von Hrn. Ch. Rivière[1]) untersucht worden, der die Exponenten im sichtbaren Gebiet bestimmte. Diese Exponenten sind mit den vom Verfasser gefundenen in Tab. 1 zusammengestellt. In Fig. 2 sind die Exponenten gezeichnet. Bei 413 $\mu\mu$ ist ein starker Absorptionsstreifen vorhanden, der in geringem Grade zu anomaler Dispersion Anlass giebt. Der Jodgehalt des benutzten käuflichen Br kann wohl kaum die Ursache dieses Absorptionsstreifens sein. Berechnet man aus den Exponenten von Rivière die Eigenschwingung λ' der Ketteler-Helmholtz'schen Dispersionsformel (III), welche lautet

$$n^2 = m + \frac{m'\lambda^2}{\lambda^2 - \lambda'^2},$$

so findet man $\lambda' = 322\,\mu\mu$. Hieraus sowie aus dem starken Ansteigen der Exponenten in dem kurzen durchgelassenen Spectralbereich von 340—361 $\mu\mu$ folgt, dass der Absorptionsstreifen bei 413 nicht die Haupteigenschwingung von Br ist.

1) Ch. Rivière, Compt. rend. 131. p. 671—672. 1900.

Tabelle 1.

Brom. 15°.

Element	λ in μμ	Martens, photographisch	Martens, subjectiv [1])	Rivière, subjectiv 15°
Cd	340	1,751	—	—
Cd	346	1,784	—	—
Cd	361	1,708	—	—
(Geschätzt)	413	Starker Absorptionsstreifen		
Cd	533	1,671	1,671	—
Cd	537		1,670	—
Pb	560	1,664	1,668	—
Cd	580	1,662	—	—
Na	589	—	1,659	(1,6608)
Cd	643	1,649	1,544	—
(Interferenz)	653	—	—	1,6472
H	656	—	1,646	—
(Interferenz)	671	—	—	1,6447
(Interferenz)	676	—	–	1,6439
Sonne *B*	686	—	1,643	—
(Interferenz)	701	—	—	1,6403
Sonne *a*	718	—	1,639	—
(Interferenz)	729	—	—	1,6379
(Interferenz)	758	—	—	1,6352
Sonne *A*	760	—	1,636	—
(Interferenz)	790	—	—	1,6327

Um diesen Punkt näher aufzuklären, hat Verfasser verdünnte Lösungen von Br in Amylalkohol, Aethylalkohol und in Schwefelkohlenstoff, CS_2, hergestellt. In dicker Schicht der CS_2-Lösung zeigte sich der Streifen 413 μμ bedeutend nach dem Rot verschoben. Daraus erklärt sich, dass die CS_2-Lösung violett gefärbt ist, während die alkoholischen Lösungen braun sind; ein ähnliches Verhalten ist vom Jod lange bekannt. Wurden die Lösungen in dem Flüssigkeitsprisma (vgl. Fig. 1) untersucht, so war wegen der geringen Schichtdicke von dem Absorptionsstreifen 413 nichts zu bemerken. Dagegen zeigte sich an anderer Stelle stets ein starker Absorptionsstreifen. In alkoholischen Lösungen war die starke Linie 274 μμ ganz

1) In ähnlicher Weise untersucht, wie glasiges Se, vgl. p. 148.

ausgelöscht, 257 und 322 waren etwa gleich stark geschwächt; man kann die Mitte des Streifens bei 290 $\mu\mu$ annehmen. CS_2 besitzt bei $313_{,8}\mu\mu$ einen starken Absorptionsstreifen, der durch den Br-Gehalt verstärkt und nach rechts gerückt wurde; also absorbirt Br in CS_2 bei etwa 320 $\mu\mu$. Als wahrschein-

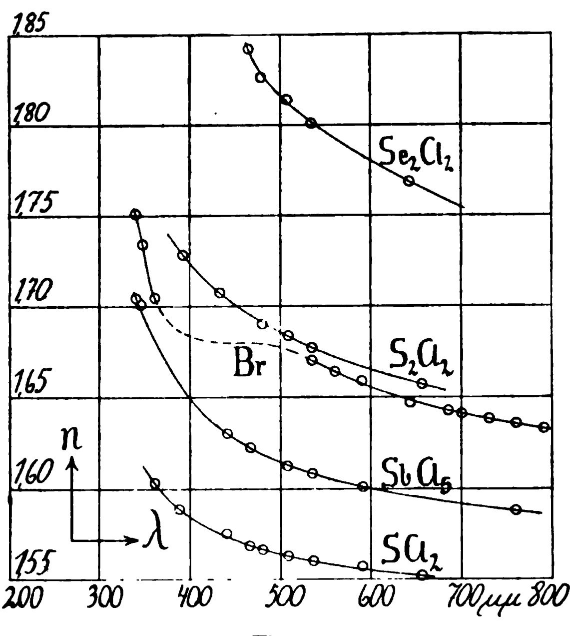


Fig. 2.

lichster Wert für die Haupteigenschwingung von Br folgt hieraus der Mittelwert von 290 und 320, d. h. **305** $\mu\mu$.

Strahlen von 214—257 werden durch die alkoholischen Lösungen gut durchgelassen, kürzere Strahlen sind nicht untersucht.

Es mag noch erwähnt werden, dass Br bei -180^0 eine rötlich gelbe Masse bildet.

8. Jod, J.

Jod färbt bekanntlich Alkohol braun, Schwefelkohlenstoff violett; die CS_2-Lösung besitzt einen Absorptionsstreifen bei

etwa 510 $\mu\mu$; von der Aethylalkohollösung hat Hr. STÖCKL[1]) nachgewiesen, dass die Absorption bei der kürzesten von ihm untersuchten Wellenlänge $\lambda = 420\,\mu\mu$ mit abnehmendem λ noch ansteigt.

Verfasser hat gefunden, dass Amylalkohol viel mehr J löst als die übrigen Lösungsmittel und zwar wie Aethylalkohol mit brauner Farbe. Durch die im Flüssigkeitsprisma befindliche Lösung hindurch wurde das Spectrum auf einer rotempfindlichen Platte von PERUTZ in München photographirt. Von 643—401 $\mu\mu$ sind alle Linien erschienen, ebenso von 361—214 $\mu\mu$. Die Mitte eines starken Absorptionsstreifens liegt bei 380 $\mu\mu$. Der Mittelwert der Wellenlängen 380 und 510 $\mu\mu$ erscheint dem Verfasser als der wahrscheinlichste Wert für die Haupteigenschwingung des J; demnach würde diese bei etwa **445** $\mu\mu$ liegen.

Dass wir es hier mit der Haupteigenschwingung zu thun haben, wird nicht nur durch die Durchlässigkeit der alkoholischen Lösung für alle anderen λ, sondern noch durch Versuche von LE ROUX[2]) und von LOMMEL[3]) wahrscheinlich gemacht. LE ROUX fand, dass Joddampf die violetten Strahlen weniger stark bricht als die roten Strahlen. LOMMEL beobachtete, dass blaue Strahlen den Joddampf fluorescirend machen, während die wenig absorbirten roten, violetten und ultravioletten Strahlen ganz wirkungslos sind.

Verfasser hat J in seinem Flüssigkeitsprisma geschmolzen; obwohl die Schichtdicke in dem Prisma sehr gering ist, war sowohl das geschmolzene als auch das wieder erstarrte J undurchsichtig. J an Quarz erstarrt, zeigt für Strahlen, die im Quarz reflectirt werden, deutlich blaue Oberflächenfarbe; dies gilt auch für eine concentrirte Lösung von J in Amylalkohol (deren Brechungsindex für rotes Licht 2,0 ist), nicht aber für geschmolzenes Jod. In sehr dünner Schicht sieht festes J in der Durchsicht hellrot aus, ist aber für Strahlen in dem ganzen Bereich von 214—600 $\mu\mu$ undurchlässig.

---

1) K. STÖCKL, Münchener Diss. 1900.

2) LE ROUX, Compt. rend. 55. p. 126. 1862.

3) E. LOMMEL, Wied. Ann. 19. p. 356—358. 1883.

4. Selen, Se.

Selen ist in drei Modificationen bekannt, 1. als hellrotes Pulver, 2. als glasiges, in dünnen Schichten rotes Licht durchlassendes, 3. als metallisches Se. Glasiges Se erhält man bei schneller Abkühlung geschmolzenen Se. Ist weisses Licht in Quarz an einer dicken Schicht glasigen Se reflectirt worden, so scheinen dem Verfasser die blauen Strahlen etwas bevorzugt zu sein. Die Dispersion von glasigem Se hat Verfasser in folgender Weise untersucht. Se wird in einer Porzellanschale geschmolzen (bei 217°). Eine planparallele Quarzplatte und das erwähnte Zwillingsprisma werden auf einer mit Papier be-

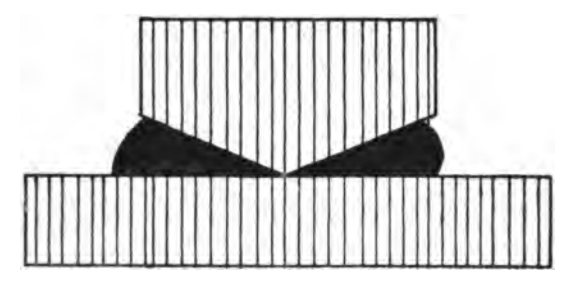


Fig. 3.

deckten Eisenplatte unter einem Tuche auf 130° erhitzt. Dann wird etwas Se auf die Platte gegossen und das Prisma so aufgedrückt, wie Fig. 3 zeigt. Lässt man die Combination in freier Luft abkühlen, so bleibt das Se glasig und durchsichtig. — Um die Exponenten zu messen, wird der Spectrometerspalt mit Sonnenlicht beleuchtet. Auf dem Spectrometertisch ist ein Flintprisma aufgestellt; das Zwillingsprisma wird so vor dem Fernrohrobjectiv befestigt, dass die Kante vertical steht. Alle Linien des vom Flintprisma entworfenen Sonnenspectrums sind dann verdoppelt. Ist δ der dem Teilkreis gemessene Winkelabstand, z. B. der beiden Linien A, $180°-2\varphi$ der Winkel, den die Flächen des Zwillingsprismas miteinander bilden, N_A der Exponent von Quarz ω für die Linie A, dann ist der Exponent von Se für A

$$n_A = N_A' + \frac{\delta}{2\varphi}.$$

Die Exponenten von Se sind schon mehrfach bestimmt. H. Becquerel[1]) stellte einen Keil zwischen Glasplatten her und erhielt für mittleres rotes Licht, d. i. etwa 718 $\mu\mu$, $n = 2{,}655$. Sirks[2]) bestimmte im Sonnenlicht aus dem Abstande Fizeau'scher Interferenzstreifen die Dispersion. Für die Kenntnis der Dispersion sind die Sirks'schen Exponenten wertvoller als die des Verfassers, doch glaubt Verfasser, dass die eigenen absoluten Exponenten richtiger sind und hat dementsprechend die Sirks'schen Werte corrigirt.

Tabelle 2.

Selen. 18°.

λ	Sirks	Martens, $t = 18°$	Sirks, corr.	berechnet	Becquerel
569	3,06	—	3,02	3,05	—
D 589	2,98	—	2,936	2,936	—
C 656	2,787	—	2,746	2,738	—
B 687	2,730	2,689	2,689	2,689	—
a 718	2,692	2,650	2,652	2,652	2,655
A 760	2,654	2,616	2,615	2,615	—
K_a 768	—	2,613	—	2,610	—
Sonne 822	—	2,574	—	2,578	—

Zur Berechnung diente die Kettler-Helmholtz'sche Dispersionsformel III mit den Constanten

$$m = 4{,}6576, \quad m' = 1{,}3018, \quad \lambda' = 0{,}4829\ \mu.$$

Bei der geringen Genauigkeit der Exponenten sind die berechneten Constanten sehr unsicher. Die dünne Schicht Se zwischen Zwillingsprisma und Glasplatte liess im ganzen Ultraviolett keine Strahlen hindurch, ist also für Strahlen von 660—214 $\mu\mu$ undurchlässig; für die Photographie des ultraroten Spectrums dürfte Se ein wertvoller Strahlenfilter sein. Der Umstand, dass m viel grösser als 1 und als m' ist, lässt darauf schliessen, dass eine viel stärkere Eigenschwingung als λ' bei kleinerer Wellenlänge vorhanden ist, was durch die nachfolgenden Versuche mit Selenchlorür, Se_2Cl_2, bestätigt wird.

---

1) H. Becquerel, Ann. chim. phys. (5) 12. p. 31. 1877.

2) J. L. Sirks, Pogg. Ann. 143. p. 429—439. 1871.

In neuerer Zeit hat Hr. Wood[1]) die optischen Eigenschaften von Se untersucht; leider ist die Arbeit bisher nur im Auszuge erschienen.

Lösungen von Se in CS_2 und in Chlorkohlenstoff CCl_4 zeigten keinen Unterschied gegen die Absorption der Lösungsmittel; dies liegt wohl an der sehr geringen Löslichkeit, auch könnte eine etwaige Absorption der CS_2-Lösung durch den Streifen von reinem CS_2 bei 313 $\mu\mu$ verdeckt sein. Se löst sich in der Wärme reichlich in Se_2Cl_2, doch wurde solche Lösung nicht untersucht, weil Se_2Cl_2 keine ultravioletten Strahlen durchlässt.

5. Selenchlorür, Se_2Cl_2.

Verfasser hat Selenchlorür durch Erhitzen von Phosphorpentachlorid und Selen hergestellt[2]):

$$PCl_5 + 2Se = Se_2Cl_2 + PCl_3.$$

Das Phosphortrichlorid abzudestilliren, ist dem Verfasser nicht vollständig gelungen; dies zeigte die Spectralanalyse, wie weiter unten beschrieben ist. Die nachstehenden Exponenten von Se_2Cl_2, einer schön rubinroten Flüssigkeit, sind teils subjectiv, teils photographisch untersucht:

467	480	508	583	648 $\mu\mu$
1,841	1,826	1,814	1,801	1,768

In Fig. 2 sind die Exponenten graphisch gezeichnet; man sieht, wie die Exponenten ausserordentlich stark ansteigen. Im Ultraviolett von 214 bis zum sichtbaren Gebiet war Se_2Cl_2 undurchlässig.

Es wurden nun Lösungen von Se_2Cl_2 in Phosphortrichlorid PCl_3 und in Chlorkohlenstoff CCl_4 untersucht. Die PCl_3-Lösung zeigte einen Absorptionsstreifen bei 310 $\mu\mu$; 257 war die kürzeste durchgelassene Wellenlänge, wie bei reinem PCl_3. Die CCl_4-Lösung zeigte zwei Streifen, bei 245 und 310 $\mu\mu$. Endlich wurde eine Lösung von etwas PCl_3 in viel CCl_4 untersucht; es fand sich ein starker Streifen bei 245 $\mu\mu$. Aus diesen Versuchen geht mit Sicherheit hervor: 1. PCl_3 hat einen starken Absorptionsstreifen bei 245 $\mu\mu$; 2. Se_2Cl_2 hat einen

1) R. W. Wood, The absorption, dispersion and surface colour of selenium, Phys. Soc. of London, vorgetragen 28. Febr. 1902; Referat Chem. News. 85. p. 116. 1902. Hr. Wood hat keine Oberflächenfarbe constatirt.

2) Nach E. Baudrimont, Ann. de chim. et phys. (4) 2. p. 9. 1864.

starken Absorptionsstreifen bei 310 $\mu\mu$. Es wäre an sich denkbar, dass Se_2Cl_2 noch einen Streifen bei 245 hat; doch ist anzunehmen, dass das vom Verfasser hergestellte Se_2Cl_2 nicht rein ist, PCl_3 enthält und daher bei 310 und bei 245 absorbirt. Es sind zwei Chloride des Se bekannt, Se_2Cl_2 und $SeCl_4$. Wir werden unten sehen, dass, je mehr Atome eines Elementes im Molecül einer Verbindung enthalten sind, um so sicherer die Eigenschwingung des Elementes in der Verbindung vorhanden ist. Deshalb darf man annehmen, dass die Haupteigenschwingungen von Se_2Cl_2 und von reinem Se nahezu identisch sind. Daraus würde folgen, dass reines Se bei etwa 310 $\mu\mu$ seine Haupteigenschwingung hat.

6. Chloroform $CHCl_3$ und Chlorkohlenstoff CCl_4.

Beide Flüssigkeiten sind vollkommen farblos und leicht zu untersuchen. $CHCl_3$ ist bis 214, CCl_4 bis 219 durchlässig. Die Dielektricitätsconstante von CCl_4 ist 2,2; die Uebereinstimmung mit dem Quadrat des Brechungsexponenten für langwellige Lichtstrahlen zeigt, dass keine anomale Dispersion im Ultrarot vorhanden ist.

Die Exponenten von $CHCl_3$ sind in Fig. 6, die von CCl_4 in Fig. 7 graphisch dargestellt.

Tabelle 3.

$t = 15^{\circ}$.

λ	$CHCl_3$	CCl_4	λ	$CHCl_3$	CCl_4
214	1,578	—	346	1,478	1,498
219	1,566	1,599	361	1,475	1,494
224	1,555	1,588	441	1,465	1,482
231	1,542	1,573	467	1,462	1,481
257	1,516	1,540	480	1,462	1,478
274	1,504	1,526	508	1,460	1,476
288	1,498	1,518	537	1,458	1,475
298	1,493	1,513	589	1,455 [1])	1,471 [2])
313	1,488	1,507	760	1,450 [1])	1,465 [2])
325	1,484	1,503			

1) Nach J. H. Gladstone u. T. P. Dale, Phil. Trans. **153**. p. 338. 1863 berechnet, unter der Annahme, dass die Werte des Verfassers für blaues Licht genau richtig sind.

2) Gladstone, Journ. of chem. Soc. **59**. p. 293. 1891.

7. Phosphortrichlorid PCl_3.

Tabelle 4.

$t = 14°$.

λ	PCl_3	λ	PCl_3
263	1,666	361	1,555
274	1,634	467	1,529
288	1,610	480	1,525
298	1,597	508	1,524
325	1,573	537	1,520
340	1,564	589	1,516 [1])
346	1,561	760	1,506 [1])

Phosphortrichlorid ist völlig farblos, die kürzeste durchgelassene Wellenlänge ist 263 $\mu\mu$. In CCl_4 gelöst, bewirkt PCl_3 einen starken Absorptionsstreifen bei 245 $\mu\mu$.

Die Exponenten sind in Fig. 6 gezeichnet. Das starke Ansteigen der Exponenten an der Grenze des durchgelassenen Spectrums erklärt sich durch den Absorptionsstreifen bei 245 $\mu\mu$.

8. Schwefelchlorür S_2Cl_2 und Schwefelchlorid SCl_2.

Tabelle 5.

$t = 14°$.

λ	S_2Cl_2	SCl_2	λ	S_2Cl_2	SCl_2
361	—	1,603	480	1,690	1,566
388	—	1,588	508	1,684	1,563
393	1,728	—	537	1,677	1,560
433	1,707	—	589 [2])	1,666	1,557
441	—	1,575	656 [2])	1,657	1,851
467	1,700	1,568			

S_2Cl_2 ist eine orangerote, SCl_2 eine dunkelrote Flüssigkeit. S_2Cl_2 ist bis etwa 396 durchlässig, SCl_2 bis 361. Dass die Absorption schon bei so grossen Wellenlängen beginnt, wird nicht durch eine sehr nahe Haupteigenschwingung bewirkt, sondern vielleicht durch dieselbe Ursache, welche bei CS_2 eine starke Absorption bei 313 $\mu\mu$ hervorruft. Die Exponenten sind in Tab. 3 und Fig. 2 dargestellt.

1) Nach J. H. Gladstone u. T. P. Dale, Phil. Trans. 123. p. 317. 1863.

2) Ber. nach T. Costa, R. C. dei Lincei (4) 6. 1 sem. p. 408. 1890.

9. Zinnchlorid $SnCl_4$ und Arsentrichlorid $AsCl_3$.

Tabelle 6.

$t = 14°$.

λ	$SnCl_4$	$AsCl_3$	λ	$SnCl_4$	$AsCl_3$
263	1,681	—	361	1,564	1,659
274	1,645	1,777	441	1,542	1,628
284	—	1,753	467	—	1,623
288	1,621	1,742	480	1,530	1,620
298	1,609	1,724	508	1,529	1,617
318	—	1,702	537	1,528	1,613
325	1,584	1,689	656	1,515 [1])	1,600 [1])
340	1,573	1,674	760	1,511 [2])	—
346	1,572	1,668			

10. Antimonpentachlorid $SbCl_5$.

Tabelle 7.

$t = 14°$.

λ	$SbCl_5$	λ	$SbCl_5$
340	1,704	480	1,619
346	1,701	508	1,612
361	1,684	537	1,609
441	1,630	589	1,601
467	1,628	656 [3])	1,588

11. Wasser und Kochsalzlösung.

H. Hertz [4]) und Ph. Lenard [5]) haben bei ihren Versuchen über die elektrischen Wirkungen ultravioletten Lichtes die merkwürdige Erscheinung beobachtet, dass Steinsalzlösung für die brechbarsten ultravioletten Strahlen viel undurchlässiger ist als festes Steinsalz. Verfasser hat diese Beobachtung durch Photographie bestätigt gefunden.

Es zeigt sich, dass die Al-Strahlen 185 und 186 $\mu\mu$ durch zwei Quarzplatten und eine 6 mm dicke Steinsalzplatte gleich-

1) Nach A. Haagen, Pogg. Ann. **131.** p. 117. 1867.
2) Nach Gladstone, Journ. of chem. Soc. **59.** p. 299. 1891.
3) Nach J. H. Gladstone, Phil. Trans. **160.** p. 28. 1870.
4) H. Hertz, Wied. Ann. **31.** p. 983. 1887.
5) Ph. Lenard, Ann. d. Phys. **1.** p. 486. 1990.

zeitig kräftig hindurchgehen. Die Steinsalzplatte wird nun in destillirtem Wasser gelöst. Werden die beiden Quarzplatten, mit einer dünnen Schicht der gesättigten Lösung dazwischen, fest aufeinander gepresst, so geht 185, wenn auch merklich geschwächt, noch hindurch.

Werden dagegen beide Platten nur lose aufeinander gelegt, sodass eine etwas dickere Flüssigkeitsschicht entsteht, so geht 185 nicht mehr durch, 193 und 199 sind stark geschwächt. Werden die Platten durch einen mit Lösung angefüllten Zwischenraum von 6 mm Dicke getrennt, so gehen 185, 193 und 199 absolut nicht mehr hindurch. Destillirtes Wasser zeigt sich in der Schichtdicke von 6 mm als völlig durchlässig bis 185 $\mu\mu$.

Verfasser hat ferner die Dispersion von Wasser und gesättigter Kochsalzlösung nach der eingangs beschriebenen Methode der gekreuzten Prismen gemessen; die Exponenten sind in Tab. 8 zusammengestellt.

Tabelle 8.

$t = 15^{\circ}$.

Element	λ	n Wasser	n NaCl-Lösung	δ
Al	186,2	1,457	—	—
Al	193,5	1,435	1,556	121
Al	199,0	1,422	1,530	108
Cd?	200,1	1,421	1,527	106
Zn	202,5	1,417	1,517	100
Zn	206,2	1,411	1,506	95
Zn	210,0	1,403	1,493	90
Cd	214,5	1,400	1,486	86
Cd	219,5	1,389	1,475	86
Cd	231,3	1,379	1,457	78
Cd	257,3	1,368	1,434	66
Cd	274,9	1,363	1,425	62
Cd	288,1	1,359	1,420	61

Dass die Exponenten der Kochsalzlösung nach der Seite der kürzeren Wellen hin so stark ansteigen, ist der Hauptsache nach auf den nächstliegenden Streifen anomaler Dispersion zurückzuführen, der sich für festes Steinsalz bei 156 $\mu\mu$

berechnet. Ob dieser Streifen in der Lösung wirklich, wie es scheint, nach der Seite der längeren Wellen hin verschoben oder vielleicht nur verbreitert ist, kann erst entschieden werden, wenn die Exponenten von Wasser und Kochsalzlösung bis auf einige Einheiten der fünften Decimale bekannt sind.

12. Methode zur genauen Bestimmung der Indices von Flüssigkeiten im Ultraviolett.

Die eingangs beschriebene Methode zur Bestimmung von Brechungsexponenten erlaubt, bis auf einige Einheiten der dritten Decimale genau zu messen.

Die im Folgenden beschriebene Methode ist ebenfalls auf stark absorbirte Strahlen anwendbar und ermöglicht eine bis auf einige Stellen der fünften Decimale genaue Bestimmung der Brechungsindices.

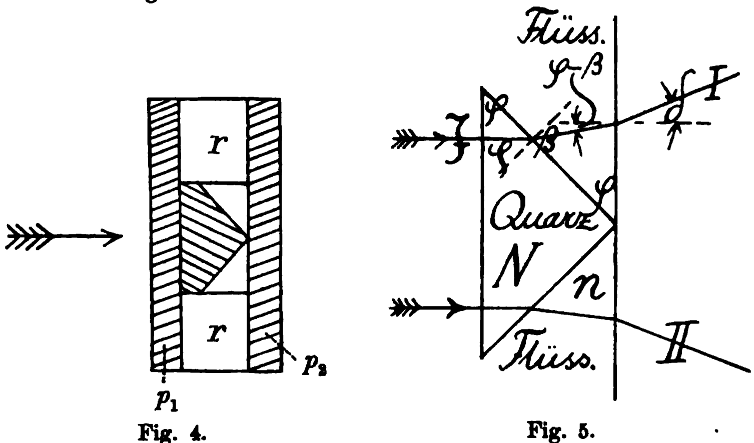


Fig. 4. Fig. 5.

Die zu untersuchende Flüssigkeit wird ebenfalls in einen Hohlraum gefüllt (vgl. Fig. 4), der durch den Ring r und die Quarzplatten $p_1 p_2$ gebildet wird. Im Hohlraum befindet sich ein Zwillingsprisma, dessen beide brechende Winkel φ etwa 30° betragen. Das Prisma wird zwischen den Spectrometerobjectiven so justirt, dass die brechenden Kanten vertical stehen.

Das vom Collimator kommende Strahlenbündel wird beim Durchgang durch den Prismenkörper in zwei Bündel I und II geteilt (vgl. Fig. 5), deren Winkelabstand 2δ photographisch oder subjectiv ermittelt wird.

Der gesuchte Index n für eine Wellenlänge berechnet sich in folgender Weise. Die planparallelen Quarzplatten kommen bekanntlich für die Richtung der Lichtbündel nicht in Betracht. Das Strahlenbündel J fällt unter dem Winkel φ auf die zweite Prismenfläche ein, für die Brechung an dieser Fläche gilt die Gleichung:

$$N \sin \varphi = n \sin \beta.$$

Der Index N muss bekannt sein; deshalb wird das Zwillingsprisma zweckmässig aus Kalkspat, Quarz oder Flussspat hergestellt.

Auf die dritte Fläche trifft das Bündel unter dem Einfallswinkel $(\varphi - \beta)$, für die Brechung gilt also:

$$\sin \delta = n \sin (\varphi - \beta).$$

Addirt bez. subtrahirt man die linken bez. rechten Seiten, so erhält man die beiden Gleichungen:

$$N \sin \varphi + \sin \delta = n [\sin \beta + \sin (\varphi - \beta)],$$
$$N \sin \varphi - \sin \delta = n [\sin \beta - \sin (\varphi - \beta)].$$

Berechnet man den Hülfswinkel ψ durch die Gleichung:

$$\sin \psi = N \sin \varphi, \tag{2}$$

so kann man schreiben:

$$2 \sin \frac{\psi + \delta}{2} \cos \frac{\psi - \delta}{2} = 2 n \sin \frac{\varphi}{2} \cos \left(\beta - \frac{\varphi}{2}\right),$$
$$2 \cos \frac{\psi + \delta}{2} \sin \frac{\psi - \delta}{2} = 2 n \cos \frac{\varphi}{2} \sin \left(\beta - \frac{\varphi}{2}\right).$$

Durch Division der rechten und linken Seiten folgt:

$$\operatorname{tg} \left(\beta - \frac{\varphi}{2}\right) = \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \operatorname{tg} \frac{\psi - \delta}{2} \operatorname{cotg} \frac{\psi + \delta}{2}. \tag{3}$$

Hat man hieraus β berechnet, so findet man schliesslich:

$$n = \frac{\sin \psi}{\sin \beta}. \tag{4}$$

Die Formeln (2), (3), (4) sind, wie man sieht, für logarithmische Berechnung geeignet.

Am Schlusse dieses Abschnittes dankt der Verfasser Hrn. E. Flatow für das Ausmessen verschiedener Platten.

13. Diamant (C), Phosphor (P) und Schwefel (S).

Verfasser[1]) hat früher die Exponenten von Diamant im sichtbaren und ultravioletten Gebiet bis 313 $\mu\mu$ bestimmt und eine Eigenschwingung bei 125 $\mu\mu$ berechnet.

Phosphor ist im sichtbaren Gebiete von Gladstone und Dale[2]), sowie von Damien[3]) untersucht. In der nachstehenden kleinen Tabelle sind die Eigenschwingungen λ' angegeben, welche Verfasser aus den vorliegenden Exponenten berechnet hat.

Tabelle 9.

Phosphor.

Gladstone u. Dale	Damien				Gesamtmittel
fester P, 25°	fester P, 37,4°	fester P, 37,5°	flüss. P, 44°	Mittel	
λ' = 253,0	165,4	192,2	197,3	185,0	219,0 $\mu\mu$

Phosphortrichlorid PCl_3 zeigt, in CCl_4 gelöst, einen Absorptionsstreifen bei etwa 245 $\mu\mu$; auch steigen die Exponenten von PCl_3 bei 263 $\mu\mu$ stark an. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass bei 220 $\pm$ 30 $\mu\mu$ die Haupteigenschwingung des Phosphors liegt.

Von Chlor kann man aus der Dispersion und Absorption von $CHCl_3$ und CCl_4 schliessen, dass die Haupteigenschwingung bei etwa 210 $\mu\mu$ liegt (vgl. u. p. 159).

Für Schwefel hat der Verfasser früher aus Beobachtungen von Schrauf im sichtbaren Gebiete berechnet, dass die Haupteigenschwingung bei 225 $\mu\mu$ liegt.

II. Ueber eine Beziehung zwischen Atomgewicht und Eigenschwingung der durchsichtigen Elemente.

14. In der nachstehenden Tab. 10 sind die Elemente, deren Haupteigenschwingung mit einiger Sicherheit schon jetzt an-

1) Die Arbeit wird demnächst in den Annalen der Physik erscheinen.

2) J. H. Gladstone u. T. P. Dale, Phil. Mag. (4) 18. p. 30. 1859; Pogg. Ann. 108. p. 632. 1859.

3) B. C. Damien, Ann. de l'école norm. (2) 10. p. 233. 1881; Journ. de phys. 10. p. 398. 1881.

gegeben werden kann, zusammengestellt. Man sieht, dass die Eigenschwingung in keinem Zusammenhange mit der Dichte, dem Schmelzpunkte, dem Siedepunkte steht; auch nicht mit dem Moleculargewichte, denn beim festen Phosphor bez. Schwefel sind wahrscheinlich mindestens 4 bez. 8 Atome im Molecül vereinigt, während das Halogenmolecül wahrscheinlich aus 2 Atomen besteht. Dagegen kann man die Eigenschwingung λ' annähernd berechnen aus der Gleichung

$$\lambda' = 37{,}3\sqrt{\text{Atomgewicht}}.$$

Tabelle 10.

Element Atomgewicht	Spec. Gew.	$\sqrt{\text{Atomgew.}}$	λ' ber. $= 37{,}3\sqrt{\text{Atomgew.}}$ Farbe beob.	Eigenschwingung λ' beobachtet
Diamant C 12,00	3,52	3,465	129 $\mu\mu$ farblos	125 { aus der Dispersion von Diamant im sichtbaren und ultravioletten Gebiet ber.
Phosphor P 31,0	bei 44° fest 1,81 (gelber P)	5,568	207 $\mu\mu$ gelb	219 { aus der Dispersion von festem und flüssigem P im sichtbaren Gebiet berechnet
Schwefel S 32,06	rhombisch 2,07	5,662	211 $\mu\mu$ gelb	225 { aus der Dispersion von rhombischem S im sichtbaren Gebiet berechnet
Chlor Cl 35,45	flüssig bei 0° 1,47	5,954	222 $\mu\mu$ gelbgrün	210 { aus der Dispersion u. Absorption von $CHCl_3$ und CCl_4 im Ultrav. gefolgert
Selen Se 79,1	rot 4,2 glasig 4,5 metallisch 4,8	8,894	331 $\mu\mu$ dunkelrot	310 { aus d. Dispersion von Se_2Cl_2 u. der Absorpt. einer Lösung Se_2Cl_2 in CCl_4 gefolgert
Brom Br 79,96	3,19	8,942	333 $\mu\mu$ braunrot	310 { aus der Dispersion von Br im sichtb. u. ultrav. Geb. und der Absorption einer Lösung in Alkohol und Schwefelkohlenstoff
Jod J 126,85	fest 4,95	11,263	420 $\mu\mu$ schwarz	445 { aus der Absorption der J-Lösungen im sichtb. und ultrav. Gebiet gefolgert

Die aus den Beobachtungen ermittelten Eigenschwingungen λ' sind ja leider noch recht unsicher, Fehler von etwa $\pm 30\,\mu\mu$ sind möglich. Doch kann man vielleicht sagen, die mitgeteilte Beziehung gelte für die wenigen genannten Elemente in derselben Annäherung, wie das DULONG-PETIT'sche Gesetz von der Atomwärme für fast alle Elemente.

Macht man 1. die Annahme, dass wirklich die Atome durch die auffallenden Strahlen λ' in Schwingungen versetzt werden und nennt man die Masse eines schwingenden Atoms m; nimmt man 2. an, dass die Kraft, welche ein um die Strecke x aus seiner Gleichgewichtslage entferntes Atom in seine Gleichgewichtslage zurückzuführen strebt, für alle nichtleitenden Elemente die gleiche sei und den Wert $C.x$ habe; dann berechnet sich die Schwingungsdauer des Atomes, d. h. die Zeit zwischen zwei Umkehrpunkten auf derselben Seite der Gleichgewichtslage

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}\,.$$

Ist c die Lichtgeschwindigkeit im Vacuum oder in Luft, was praktisch gleich ist, so ist die in Luft gemessene Wellenlänge von der Schwingungsdauer T

$$\lambda' = c\,.\,T.$$

Also ist

$$\lambda' = 2\,c\,.\,\pi\sqrt{\frac{m}{C}}\,.$$

Die Masse m der verschiedenen Atome ist natürlich dem Atomgewicht proportional. Unter obigen Annahmen kommt man also zu dem Resultat, dass die Wellenlänge der Eigenschwingung der Quadratwurzel aus dem Atomgewicht proportional sein muss. Da dies durch Versuche bestätigt ist, so hält der Verfasser obige Annahme für zulässig.

Mit der Eigenschwingung rückt natürlich im allgemeinen auch die Absorption nach der Seite der grösseren Wellenlänge, und wir sehen in der That, wie die Farbe der Elemente in diesem Sinne sich ändert; insbesondere sind P, S, Cl einerseits, Br und rotes Se andererseits von nahezu gleicher Farbe.

15. Modificationen und andere Elemente.

Einige der angeführten Elemente sind in Modificationen von anderer Farbe bekannt, nämlich Kohlenstoff, Phosphor, Selen. Diese Modificationen, Kohle, roter Phosphor, metallischer Phosphor, metallisches Selen sind Leiter der Elektricität (wenn auch, wie beim roten Phosphor, ihre Leitfähigkeit nur gering ist). Daher liegen diese Modificationen ausserhalb unserer Betrachtung.

Ferner giebt es noch einige Elemente, deren Eigenschwingung zwar nicht annähernd angegeben werden kann, die hier aber doch berücksichtigt werden müssen.

Bor (Atomgewicht 11) ist in durchsichtigen, farblosen Krystallen bekannt, was nach dem kleinen Atomgewichte zu erwarten ist.

Fluor (Atomgewicht 19) ist bei -180^0 eine hellgelbe Flüssigkeit und lässt sich so hinsichtlich seiner Farbe in die Reihe der angeführten Elemente zwischen C und P einordnen; wir werden noch sehen, dass die Fluorverbindungen geringere Dispersionen als die entsprechenden Verbindungen der anderen Halogene besitzen, was ebenfalls auf eine bei kleinerer Wellenlänge liegende Eigenschwingung des Fl hindeutet.

Dass amorphes Tellur schwarz ist, ist nach seinem Atomgewichte 127 zu erwarten.

Es ist noch hervorzuheben, dass die Lage der Eigenschwingung im allgemeinen von dem Aggregatzustande des Elementes unabhängig zu sein scheint. Die Dämpfe von Fl, Cl, Br, J haben nahezu die gleiche Farbe wie die festen bez. flüssigen Elemente; dasselbe gilt von P und S. Es lässt sich also erwarten, dass sich für die Absorption der Gase eine ähnliche Gesetzmässigkeit finden wird, wie für die Absorption der hier angeführten Elemente.

III. Ueber die Dispersion von Verbindungen.

(Im folgenden Abschnitt ist untersucht, welchen Einfluss das Atomgewicht der Bestandteile auf die Dispersion von Verbindungen hat. Die meisten Brechungsexponenten

sind dem vortrefflichen Tabellenwerke von DUFET[1]) entnommen.

In einzelnen Fällen werden gewiss schon einige Beobachter den Einfluss des Atomgewichtes auf die Dispersion bemerkt haben; namentlich wird dies für die Halogenverbindungen der Fall sein; doch habe ich in den von mir gelesenen Originalabhandlungen keine Angabe hierüber gefunden.)

16. Bisher sind nur zwei Fälle bekannt, in denen behauptet werden kann, dass Atome in einer Verbindung nahezu dieselbe Eigenschwingung hervorrufen wie in dem durchsichtigen Elemente, dem sie angehören.

Schwefelkohlenstoff CS_2 zeigt bei 218 $\mu\mu$ eine deutlich ausgeprägte Eigenschwingung, die schon KETTELER berechnet hat und die mit den grossen, vom Verfasser gefundenen Exponenten ($n = 2,159$ für 260 $\mu\mu$) in Uebereinstimmung steht. Diese Eigenschwingung kann als nahezu identisch mit der Eigenschwingung des Schwefels bei 225 $\mu\mu$ angesehen werden.

Kupferbromid $CuBr_2$ ist eine braune Substanz, deren concentrirte wässerige Lösung ebenfalls braun aussieht. Diese Farbe scheint mit Sicherheit durch den Bromgehalt bewirkt zu sein. Denn ein Versuch zeigte dem Verfasser, dass die Exponenten der concentrirten Lösung bei 361 $\mu\mu$ stark ansteigen und dass kürzere Wellen als 346 völlig absorbirt werden.

Kupferbromür Cu_2Br_2 ist ein weisses Pulver, dessen Farbe darauf schliessen lässt, dass keine Eigenschwingung bei 310, wie beim Brom vorhanden ist, sondern dass die Eigenschwingungen bei viel kleinerer Wellenlänge liegen. $CuBr_2$ und Cu_2Br_2 sind Beispiele für den Satz: die Verschiebung der Eigenschwingung eines durchsichtigen Elementes A beim Eingehen einer Verbindung mit einem anderen Elemente B ist um so geringer, je grösser der Gehalt der Verbindung an A ist.

17. Wir kommen nun zur Betrachtung einiger **Trichloride**, die in Tab. 11 zusammengestellt sind. Die im ersten Ab-

---

1) H. DUFET, Recueil de données numériques. Optique. Paris bei GAUTHIER & VILLARS. 3 Bde. 1899. 1900. 1901.

schnitte dieser Arbeit angegebenen Exponenten sind in Fig. 6 dargestellt; die Werte für Borchlorid sind den Angaben von GHIRA[1]) entnommen.

Tabelle 11.

	Borchlorid BCl_3	Chloroform $CHCl_3$	Phosphor-trichlorid PCl_3	Arsentri-chlorid $AsCl_3$
Atomgew.	B 11	C 12 H 1	P 31	As 75
Farbe	farblos	farblos	farblos	gelb
Siedepunkt	17°	61°	78°	130°
Dichte	1,35	1,526	1,613	2,205

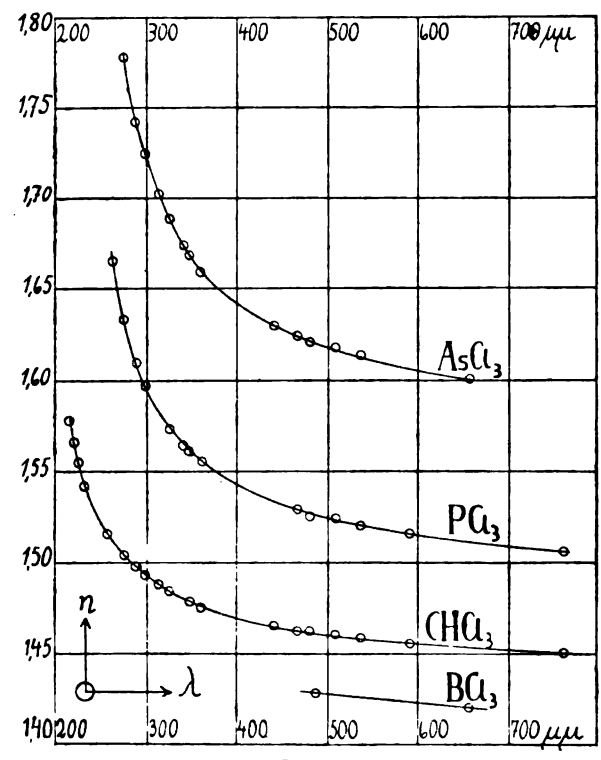


Fig. 6.

1) A. GHIRA, R. C. dei Lincei (5) 2. 1 sem. p. 312. 1893.

Man sieht, wie mit dem Gewicht des mit Chlor verbundenen Bestandteiles 1. die Dispersion bei gleicher Wellenlänge zunimmt, 2. bei den vom Verfasser untersuchten Substanzen die Absorption nach der Seite der langen Wellen rückt. Gleichzeitig nimmt auch der Exponent selbst zu.

18. Betrachten wir nun die untersuchten **Tetrachloride** CCl_4 und $SnCl_4$, sowie die von GLADSTONE[1]) bestimmte Dispersion von $SiCl_4$ und $TiCl_4$.

Tabelle 12.

	Chlorkohlenstoff CCl_4	Siliciumchlorid $SiCl_4$	Titanchlorid $TiCl_4$	Zinnchlorid $SnCl_4$
Atomgew.	C 12	Si 28	Ti 48	Sn 118
Farbe	farblos	farblos	farblos	farblos
Siedepunkt	76°	57°	136°	115°
Dichte	1,632	1,524	1,761	2,279

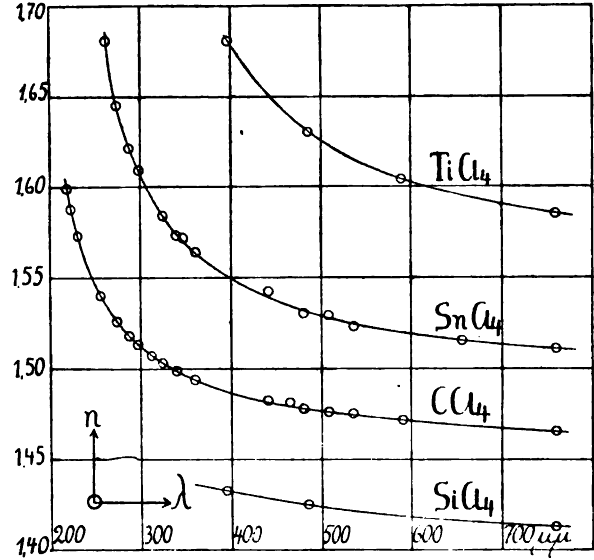


Fig. 7.

Ueber die Absorption von $SiCl_4$ und $TiCl_4$ im Ultraviolett ist dem Verfasser nichts bekannt. Jedenfalls ist die Dispersion von $TiCl_4$ grösser, die von $SiCl_4$ kleiner, als man nach

1) Gladstone, Journ. of chem. Soc. 59. p. 299. 1891.

den Atomgewichten von Ti und Si erwarten sollte. Denn grosse Dispersion im sichtbaren Gebiete macht ja eine nahe Eigenschwingung wahrscheinlich und eine solche ist bei um so grösserer Wellenlänge zu erwarten, je grösser das Atomgewicht des mit Chlor verbundenen Bestandteiles ist. Bei CCl_4 und $SnCl_4$ ist die erwartete Gesetzmässigkeit sicher vorhanden; dies geht sowohl aus der Absorption, wie auch aus der Dispersion hervor.

Merkwürdigerweise nehmen die Exponenten wie auch die Dispersionen in demselben Sinne zu, wie die Siedepunkte.

19. Die analog zusammengesetzten Verbindungen **Schwefelchlorür S_2Cl_2 und Selenchlorür Se_2Cl_2** zeigen ein Ansteigen von Dispersion und Exponent, sowie eine Verschiebung der Absorption nach Rot mit zunehmendem Atomgewicht des mit Chlor verbundenen Metalloids (S 32, Se 80). Dies geht aus den Dispersionscurven Fig. 2, p. 141 hervor.

20. Wenn in einer chemischen Verbindung eines der Halogene Fluor, Chlor, Brom, Jod durch ein nachfolgendes ersetzt wird, so wird in allen bisher untersuchten Fällen die Dispersion grösser, während die Absorption nach der Seite der grösseren Wellen hinrückt.

Betrachten wir zunächst einige **Metalloidverbindungen der Halogene** (vgl. Tab. 13).

Bei den Derivaten von Methan sehen wir, wie mit zunehmendem Halogengehalt allmählich in der Verbindung immer mehr die Eigenschwingung des Halogens hervortritt, so ist CJ_4 dunkelrot, weil es wie Jod im Blau einen starken Streifen der Absorption besitzen wird. Dieser Umstand lässt unsere frühere Folgerung (vgl. p. 152) berechtigt erscheinen, dass im CCl_4 nahezu die Eigenschwingung des reinen Chlors vorhanden sein wird, und dass diese daher bei etwa 210 $\mu\mu$ liegt.

Silicium scheint die Eigenschaft zu haben, Brechungsexponent und Dispersion des mit ihm verbundenen Halogens sehr herabzusetzen (vgl. Fig. 7). Da SiJ_4 farblos ist, ist wahrscheinlich, dass dies auf einer Herabsetzung der Eigenschwingungen des Halogens beruht.

21. Auch in den **organischen Verbindungen von Fl, Cl, Br, J** ist eine Steigerung der Dispersion mit dem Atomgewichte des Halogens bemerkbar und deshalb ein Anwachsen der Wellenlänge der Eigenschwingung höchst wahrscheinlich (vgl. Tab. 14).

Tabelle 13.

	Chloride Cl 35,45	Bromide Br 79,96	Jodide 126,85
Bor 11	BCl_3 $C-F$ 0,0086 farblos	BBr_3 $C-F$ 0,0168 farblos	BJ_3 — farblos
Derivate des Methans CH_4 C 12,00 H 1,01	CH_3Cl −21° flüssig, farblos	CH_3Br farblos	CH_3J farblos
	CH_2Cl_2 farblos	CH_2Br_2 farblos	CH_2J_2 farblos
	Chloroform $CHCl_3$ $C-F$ 0,0089 farblos	Bromoform $CHBr_3$ $C-F$ 0,0176 farblos	Jodoform CHJ_3 — fest, gelb
	CCl_4 $C-F$ 0,0153 farblos	CBr_4 — gelb	CJ_4 — dunkelrot
Silicium 28	$SiCl_4$ $C-F$ 0,0081 farblos	$SiBr_4$ $C-F$ 0,0142 farblos	SiJ_4 — farblos
Phosphor 31,0	PCl_3 $C-F$ 0,0146 farblos	PBr_3 $C-F$ 0,0298 farblos	PJ_3 — rot

Tabelle 14.

Dispersionen $C - F = n_{486} - n_{656}$.

Fluoride Fl 19	Chloride Cl 35	Bromide Br 80	Jodide J 127
—	Amylchlorid 0,0074 [1])	Amylbromid 0,0090 [1])	Amyljodid 0,0121 [2])
Fluorbenzol 0,0145 [3])	Chlorbenzol 0,0174 [4])	Brombenzol 0,0195 [4])	Jodbenzol 0,0252 [4])
—	Propylchlorid 0,0069 [5])	Propylbromid 0,0093 [5])	Propyljodid 0,0148 [5])
—	Chloressigsaures Aethyl 0,0076 [5])	Bromessigsaures Aethyl 0,0092 [4])	Jodessigsaures Aethyl 0,0141 [4])

1) H. Jahn u. G. Möller, Zeitschr. f. phys. Chem. **13.** p. 389. 1894.
2) E. Haagen, Pogg. Ann. **131.** p. 117. 1867.
3) J. H. Gladstone u. G. Gladstone, Phil. Mag. (5) **31.** p. 1. 1892.
4) W. H. Perkin, J. of. chem. Soc. **41.** p. 287. 1892.
5) J. W. Brühl, Lieb. Ann. **203.** p. 22. 1880.

22. Wir kommen nun zu den **Halogenverbindungen der Metalle.**

Tabelle 15.

Halogenverbindungen.

	Fluor 19	Chlor 35	Brom 79	Jod 126
Na 23	—	NaCl Steinsalz $C-F$ 0,01275 λ' 111 $\mu\mu$ [Na] λ'' 161 $\mu\mu$ [Cl]	—	—
K 39	—	KCl Sylvin $C-F$ 0,01111 λ' 115 $\mu\mu$ [K] λ'' 156 $\mu\mu$ [Cl]	KBr $C-F$ 0,0169	KJ $C-F$ 0,0287
Ca 40	$CaFl_2$ Flussspat $C-F$ 0,00455 λ' 95 $\mu\mu$ [Ca]	—	—	—
NH_4	—	NH_4Cl Salmiak $C-F$ 0,0167	—	NH_4J $C-F$ 0,0331
Ag	—	AgCl $C-F$ 0,0496	AgBr $C-F$ 0,0809	AgJ $C-F$ 0,1256

Man sieht aus der Tabelle, wie die Dispersion mit wachsendem Atomgewicht des Halogens und des Metalles zunimmt. NH_4 verhält sich wie ein Metall mit einem viel höheren Atomgewicht als 18, wie es auch bei den Ammoniumalaunen der Fall ist (vgl. unten p. 166).

Für KCl sind vom Verfasser früher zwei Eigenschwingungen berechnet; von besonders grossem Einfluss auf die Dispersion ist der Streifen bei 161 $\mu\mu$. Wenn dieser vom K herrührte, so müsste KBr an ungefähr derselben Stelle metallisch reflectiren, es wäre für KBr ungefähr die gleiche Dispersion wie

für KCl zu erwarten. In Wirklichkeit ist die Dispersion von KBr viel grösser, was darauf schliessen lässt, dass KBr bei viel grösserer Wellenlänge als 161 eine Eigenschwingung besitzt. Daher ist es wahrscheinlich, dass der Streifen bei 161 $\mu\mu$ dem Cl, der Streifen bei 115 dem K zuzuschreiben ist. — Es giebt noch einen zweiten Grund hierfür. K und Ca haben nahezu gleiches Atomgewicht, es ist also ein ähnliches Verhalten in Bezug auf die Dispersion, namentlich eine gleiche Lage der Eigenschwingung zu erwarten. Nun berechnet sich für $CaFl_2$ die Eigenschwingung 95 $\mu\mu$. Es ist demnach wahrscheinlich, dass die Eigenschwingung 95 $\mu\mu$ dem Ca, die Eigenschwingung 115 $\mu\mu$ dem K angehört und dass die Eigenschwingung 161 $\mu\mu$ dem Cl zuzuschreiben ist.

Nach Analogie von KCl ist anzunehmen, dass bei NaCl die früher berechneten Eigenschwingungen 110 bez. 156 dem Na- bez. dem Chloratom zukommen. Die Eigenschwingung von flüssigem Chlor liegt wahrscheinlich bei 210 $\mu\mu$, wie wir früher gesehen haben. Demnach scheint Na die Eigenschwingung von Chlor mehr zu verkleinern als K (grösseres Atomgewicht als Na!).[1] Leider sind die Dispersionen von KBr und KJ nicht genau genug bekannt, um die Berechnung der Eigenschwingungen zu ermöglichen.

Wenn die Hypothese des Verfassers von der Zugehörigkeit der Eigenschwingungen richtig ist, so hat man für die in Zähler stehenden Constanten m' bez. m'' der Ketteler-Helmholtz'schen Dispersionsformel [vgl. p. 139] folgende Werte zu setzen.

Tabelle 16.

Flussspat	Steinsalz	Sylvin	Kalkspat
Fl $(m - 1{,}1) = 0{,}26$	Cl $m'' = 0{,}32$	Cl $m'' = 0{,}24$	—
Ca $m' = 0{,}68$	Na $m' = 0{,}86$	K $m' = 0{,}67$	Ca $m' = 0{,}76$

1) Vgl. E. J. Formanek, Zeitschr. f. analyt. Chem. 39. p. 7. 1900; G. Laubenthal, Ann. d. Phys. 7. p. 851. 1902.

Dass die Constanten der Halogenionen einerseits und der Metallionen andererseits von derselben Grössenordnung sind, spricht mit für die Richtigkeit der Hypothese. Dass Cl im Steinsalz eine grössere Constante hat als im Sylvin, hängt vielleicht mit der grösseren Dichte des Steinsalzes zusammen.

Eine vierte Thatsache, welche die angenommene Zugehörigkeit der Eigenschwingungen wahrscheinlich macht, ist die Dispersion des Kalkspates, auf die später näher eingegangen werden soll.

23. Wir wollen nun die Dispersion einiger Sulfate, Carbonate und Nitrate betrachten (vgl. Tab. 17).

Bei allen drei Salzarten nimmt die Dispersion mit dem Atomgewicht des Metalles zu. Ferner ist die Dispersion der Carbonate und Nitrate viel grösser als die der Sulfate. Dies steht in Uebereinstimmung mit der Feststellung von Miller[1]), dass im Ultraviolett Sulfate weiter durchlässig sind als Carbonate, Carbonate weiter als Nitrate. Die Eigenschwingung des SO_4-Ions liegt wahrscheinlich unterhalb 100 $\mu\mu$, wodurch z. B. die grosse Durchlässigkeit von Gyps für Strahlen von kleinerer Wellenlänge als 185 $\mu\mu$ erklärt wird.

Für Kalkspat ist die Dispersion im ganzen durchgelassenen Spectralbereich von 0,200—2 μ sehr genau bekannt. Für den ordentlichen Strahl ω zeigt $CaCO_3$ zwei Eigenschwingungen, die bei etwa 103 und 160 $\mu\mu$ anzunehmen sind; für den ausserordentlichen Strahl ε berechnet sich $\lambda' = 103\,\mu\mu$, $m' = 0{,}76$. Es liegt die Vermutung nahe, dass durch ε nur das Ca-Ion, durch ω sowohl das Ca-Ion als auch das CO_3-Ion in Schwingungen versetzt wird. Demnach würde die Eigenschwingung des CO_3-Ions bei 160 $\mu\mu$ liegen. Die Eigenschwingung des NO_3-Ions wird bei nahezu derselben Wellenlänge zu erwarten sein.

24. Für die **Oxydverbindungen** der Metalle lässt sich noch keine allgemeine Gesetzmässigkeit angeben, doch zeigt Tab. 18,

1) W. A. Miller, Phil. Trans. **152.** p. 861—887. 1862. Für die Halogene stellt Miller ebenfalls schon die Reihe der Durchlässigkeit auf, Fluoride, Chloride, Bromide, Jodide.

Tabelle 17.

	Sulfate	Carbonate	Nitrate
Na 23,05	—	—	**$NaNO_3$.** $B-E$ 0,0161 0,0028 n_{589} 1,5874 1,3361
K 39,15	**K_2SO_4.** $B-E$ 0,00503 0,0052 0,0052 $C-F$ 0,0069 0,0067 0,0066	—	**KNO_3.** $B-E$ 0,0141 0,0136 0,0087 n_{589} 1,5064 1,5056 1,3346
Ca 40	**$CaSO_4$, Gyps.** $B-E$ 0,0066 0,062 0,060 $C-F$ 0,0082 0,0078 0,0075	**$CaCO_3$, Kalkspat.** $B-E$ 0,01049 0,00475 $C-F$ 0,01348 0,00615 n_{589} 1,65835 1,48640 λ' ca. 100 $\mu\mu$ [Ca, ω, ε] λ'' ca. 160 $\mu\mu$ [CO_3, ω]	—
Sr 87,6	**$SrSO_4$, Cölestin.** $C-F$ 0,00854 0,00840 0,00836	**$SrCO_3$, Strontianit.** $B-E$ 0,014 0,006 n_{589} 1,667 1,515	—
Ba 137,4	**$BaSO_4$, Baryt.** $B-E$ 0,00739 0,00716 0,00705 $C-F$ 0,00947 0,00915 0,00899	—	**$Ba(NO_3)_2$.** $B-E$ 0,0121 $C-F$ 0,0160
Pb 206,9	**$PbSO_4$, Anglesit.** $B-E$ 0,0198 — 0,0175 $C-F$ 0,02633 0,02595 0,02568	**$PbCO_3$, Cerusit.** $B-E$ 0,0321 0,0325 0,0249 n_{589} 2,0780 2,0763 1,8037	**$Pb(NO_3)_2$.** $B-E$ 0,0240 $C-F$ 0,0335

wie die Eigenschwingung mit zunehmendem Atomgewicht nach Rot zu wandern scheint.

Tabelle 18.
Oxyde.

	Quarz SiO_2	Anatas, Brucit, Rutil } TiO_2	Cassiterit SnO_2
Atomgew.	Si 28	Ti 48	Sn 118
λ' ber.	100 $\mu\mu$	251 $\mu\mu$	314 $\mu\mu$
Disp. $C-F$	0,0053	0,0800	0,022

Die berechneten λ' sind bei TiO_2 und SnO_2 nicht sehr sicher, zeigen aber doch, wie man aus der Dispersion nicht unfehlbar auf die Eigenschwingung schliessen darf: TiO_2 zeigt grosse Dispersion im sichtbaren Gebiet, analog wie $TiCl_4$ (vgl. p. 158), aber eine Eigenschwingung, wie sie nach der Reihe der Atomgewichte zu erwarten ist.

25. Die Oxyde vieler Elemente lassen sich mit SiO_2, sowie kleineren Mengen von K_2O, Na_2O, CaO zu **durchsichtigen Gläsern** zusammenschmelzen. Hier soll nur hervorgehoben werden, dass man durch Elemente mit hohem Atomgewicht, Blei (Pb 206,9) und Thallium (Tl 204,1), den Gläsern grosse Dispersion geben kann.

26. Mit bewunderungswürdiger Mühe hat Hr. Soret die Dispersion einer grossen Anzahl von **Alaunen** untersucht. In der Tab. 19 sind die wichtigsten Alaune zusammengestellt und zwar ist ihre Dispersion $a-H$, d. h. die Differenz $n_{396}-n_{718}$ angegeben. In den einzelnen Verticalreihen nimmt die Dispersion mit unbedeutenden Abweichungen zu; stets macht sich das grosse Atomgewicht des Tl durch Vergrösserung der Dispersion bemerkbar. Die Gruppe CH_3N wiegt 31 und steht auch in Bezug auf ihre Dispersion zwischen Na und K; NH_4 wiegt 18, steht aber zwischen Elementen mit viel höherem Atomgewicht (vgl. Tab. 15 p. 161). Betrachten wir die Dispersion in den einzelnen Horizontalreihen, so fällt uns bei Fe und Cr eine viel grössere Dispersion auf, als nach dem Atomgewicht zu erwarten wäre. Vielleicht hängt dies mit der

1) Ch. Soret, Arch. d. sc. phys. et nat. (3) 12. p. 569. 1884; 13. p. 7. 1885; 20. p. 517. 1888.

Eigenschaft zusammen, dass die meisten Fe- und Cr-Verbindungen gefärbt sind; auch besteht wahrscheinlich ein Zusammenhang mit der grossen Dispersion und der roten Farbe des Oligist Fe_2O_3. Es wäre auch nicht ausgeschlossen, dass trotz der grösseren Dispersion die Eigenschwingungen nicht bei grösseren Wellenlängen liegen; wir haben schon beim Titan eine solche Ausnahme kennen gelernt.

Tabelle 19.

Alaune. $n_{396}—n_{718}$ in Einheiten der fünften Decimale.

			$N_2(SO_4)_3$				
			Al 27,1	Cr 52,1	Fe 56,0	Ga 70	In 114
X_2SO_4	Na	23,05	1312	—	—	—	—
	CH_5N	—	1350	—	—	—	—
	K	39,15	1383	1667	1966	1430	—
	Rb	85,4	1386	1663	2000	1429	1460
	Cs	133	1384	1653	2013	1434	1471
	NH_4	—	1414	1683	2053	1474	1557
	Tl	204,1	1850	2116	2438	1895	—

IV. Schluss.

Durch die vorliegende Arbeit sind folgende Sätze wahrscheinlich gemacht:

1. Bei einer Anzahl von durchsichtigen nichtleitenden Elementen (C, P, S, Cl, Se, Br, J) ist die Wellenlänge der Haupteigenschwingung im Ultraviolett annähernd der Quadratwurzel aus dem Atomgewicht proportional; diese Wellenlänge bleibt bei Aenderung des Aggregatzustandes oder beim Lösen des Elementes im allgemeinen erhalten.

2. Die Eigenschwingung λ' eines solchen Elementes A bleibt annähernd dieselbe, wenn A sich chemisch mit einem anderen Elemente B verbindet; doch findet gewöhnlich eine Verschiebung von λ' statt, die um so geringer zu sein scheint, je mehr Atome A im Molecül der Verbindung enthalten sind.

3. Die Metalle rufen in ihren durchsichtigen Verbindungen charakteristische Eigenschwingungen hervor, die im allgemeinen bei um so grösserer Wellenlänge liegen, je grösser das Atomgewicht des Metalles ist.

Berlin, Physik. Institut der Universität, April 1902.

Kritische Bemerkungen zu der Mitteilung der Herren Austin und Starke über Kathodenstrahlreflexion; von J. Stark.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 25. April 1902.)

(Vgl. oben S. 137.)

---

1. **Vorbemerkung.** — Im ersten Januarheft der Physikalischen Zeitschrift (**3**, p. 161. 1902) habe ich eine Reihe von Folgerungen über die Kathodenstrahlreflexion aus der Annahme gezogen, dass zwischen einem Kathodenstrahl- und einem materiellen, speciell einem Metallteilchen eine Kraft wirke. Daran schloss ich eine Bemerkung über eine Fehlerquelle, welche bei der Untersuchung der Kathodenstrahlreflexion berücksichtigt werden muss. Ich wies darauf hin, dass man nicht, wie es bis dahin allgemein geschehen war, den aus dem Reflector oder dem Auffänger zur Erde fliessenden Strom gleich der absorbirten oder reflectirten Intensität der Kathodenstrahlen setzen darf. Bestehen nämlich der Reflector und der Auffänger aus verschiedenen Metallen, so ist zwischen ihnen eine Voltadifferenz vorhanden und diese sendet durch das ionisirte Gas einen Strom, welcher sich über die galvanometrisch gemessene absorbirte oder reflectirte Intensität lagert. Ich berief mich hierbei auf Arrhenius, welcher einen Voltastrom zwischen verschiedenen Metallen durch ein von Kathodenstrahlen durchsetztes Gas beobachtete, und auf Swinton, der auf elektrometrischem Wege bei sehr grossem Einfallswinkel der Kathodenstrahlen eine positive Ladung von ungefähr 1 Volt seines Platinreflectors fand.

Im Märzheft der Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (**4**, p. 106. 1902) teilen nun die Herren L. Austin und H. Starke Versuche mit über die Abhängigkeit des Reflectorstromes von dem Einfallswinkel der primären Kathodenstrahlen, sie zeigen vor allem eingehend, dass bei

sehr grossem Einfallswinkel der Reflectorstrom positiv ist; andererseits schliessen sie daran gewisse theoretische Folgerungen. Diese teilen sich in zwei Gruppen. Die eine sucht darzuthun, dass bei schiefer Incidenz zu der gewöhnlichen Kathodenstrahlreflexion noch eine sekundäre Emission negativ geladener Teilchen von grosser Geschwindigkeit tritt. In der anderen bemühen sie sich, die Genauigkeit früherer Messungen des Hrn. STARKE, die sie stark bedroht glaubten, gegen zwei Einwände sicherzustellen.

Die Aufgabe der vorliegenden Mitteilung ist eine zweifache. Erstens sollen drei Fehlerquellen besprochen werden, welche bei der Untersuchung der Kathodenstrahlreflexion in Betracht zu ziehen sind. Zweitens soll gezeigt werden, dass die Beweisführungen der Herren AUSTIN und STARKE zum grössten Teil nicht zwingend sind und darum ein Teil ihrer als Resultate bezeichneten Folgerungen zweifelhaft erscheint. Zuvor indes soll gleich hier die polemische Seite der Beziehung zwischen der Abhandlung der Herren AUSTIN und STARKE und meiner oben erwähnten Mitteilung erledigt werden.

In zwei Punkten glauben die Herren AUSTIN und STARKE meine Mitteilung gegenstandslos gemacht zu haben.

Der erste ist folgender. Auf Grund der Ablenkungshypothese der Kathodenstrahlen untersuchte ich den Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit und der Reflexion der Kathodenstrahlen bei senkrechter Incidenz und kam zu nachstehender Folgerung: „Mit anfänglich kleiner wachsender Elektrodenspannung nimmt die Intensität der reflectirten Kathodenstrahlen von einem kleinen Wert an erst ziemlich rasch bis zu einem Maximum zu, dann nimmt sie bei weiter steigender Elektrodenspannung wieder ab und strebt einem constanten Werte zu“. An der Hand der früheren Messungen des Hrn. STARKE zeigte ich graphisch, dass bei einem Aluminiumreflector in der That deutlich eine Abnahme des Reflexionsvermögens für Kathodenstrahlen vorhanden ist in dem Elektrodenspannungsbereich 5000—8000 Volt oder dem Geschwindigkeitsbereich $4,3 \,.\, 10^9 - 5,4 \,.\, 10^9$ cm sec^{-1}. Das theoretisch geforderte Maximum liegt, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls unterhalb 5000 Volt oder $4,3 \,.\, 10^9$ cm sec^{-1} Geschwindigkeit. Der theoretisch vorhergesagte constante Wert

beginnt, wie bereits Hrn. Starke's frühere Messungen erkennen lassen, schon bei ungefähr 7000 Volt, senkrechte Incidenz vorausgesetzt. In den neuen Versuchen teilen nun die Herren Austin und Starke lediglich eine Tabelle über den Zusammenhang zwischen Elektrodenspannung und Reflexionsvermögen mit; diese Tabelle enthält die Elektrodenspannungen 7000, 12000, 18000, 25000 Volt; die Abnahme des Reflexionsvermögens ist in diesem Bereich nur klein und von der Grössenordnung der Beobachtungsfehler. Wenn nun die Herren Austin und Starke durch ihre neuen Versuche meine Folgerungen gegenstandslos gemacht zu haben glauben, so extrapoliren sie von dem Geschwindigkeitsbereich $4{,}3 \cdot 10^9$—$9{,}6 \cdot 10^9$ cm sec^{-1} über das ganze Geschwindigkeitsbereich 0—$4 \cdot 10^9$. Beobachtet haben sie nur in jenem Bereich, und hier stehen ihre Resultate im Einklang mit meinen Folgerungen; nicht beobachtet haben sie aber in dem zweiten, ungemein viel grösseren Bereich, für diesen aber muss ich meine theoretische Folgerung (Abhängigkeit der Reflexion von der Geschwindigkeit) ihrer Extrapolation (Unabhängigkeit) vorziehen, solange sie nicht durch das Experiment widerlegt wird.

Der zweite strittige Punkt ist folgender. Ich zeigte in meiner erwähnten Mitteilung, dass der Einfluss der Voltadifferenz bei der Kathodenstrahlreflexion so gross ist, dass er nicht vernachlässigt werden darf. Da er auch bei senkrechter Incidenz vorhanden sein muss, so folgerte ich, dass die bis jetzt bestimmten Werte des Reflexionsvermögens für Kathodenstrahlen zwar nicht in ihrer gegenseitigen Stellung, wohl aber in ihrer absoluten Grösse einer Nachprüfung bez. Correction bedürfen. Der einfachste Weg, diesem Einwand gerecht zu werden, wäre gewesen, für jedes einzelne Reflectormetall die Voltadifferenz gegen den Auffänger durch eine directe Messung zu bestimmen, sie durch eine entgegengeschaltete elektromotorische Kraft zu compensiren und dann die daraus folgende Aenderung des Reflectorstromes und des Reflexionsvermögens zu bestimmen. Statt dessen aber schlagen die Herren Austin und Starke den von vornherein bedenklichen Weg der indirecten Beweisführung ein. Diese jedoch ist ihnen nicht geglückt, wie ich weiter unten darlegen werde. Das Bedenken, das ich gegen die

Genauigkeit der bisherigen Messungen über Kathodenstrahlreflexion unter Hinweis auf die Voltadifferenz geltend machte, ist darum durch die Mitteilung der Herren Austin und Starke nicht beseitigt worden, sondern bleibt in unvermindertem Grade bestehen.

Ehe ich nunmehr zu dem eigentlichen Gegenstand der vorliegenden Mitteilung übergehe, möchte ich folgendes mit Nachdruck bemerken. Durch meine frühere und gegenwärtige Kritik können die früheren wertvollen und bahnbrechenden Messungen des Hrn. Starke über die Kathodenstrahlreflexion nicht an Bedeutung noch an Zuverlässigkeit verlieren; sie bedürfen lediglich einer Correction.

2. **Definitionen.** — Unter primärer einfallender Intensität J_i ist zu verstehen die negative Elektricitätsmenge, welche ein paralleles Kathodenstrahlenbündel in der Zeiteinheit an die Oberfläche des geerdeten Reflectors führt; absorbirte Intensität J_a ist derjenige Bruchteil der einfallenden Intensität, welcher im Reflector verbleibt und einen gleich starken Strom zwischen Reflector und Erde veranlasst; reflectirte Intensität J_r ist der andere Bruchteil der primären Intensität, welcher von der Reflectorplatte wieder in den Gasraum zurückgeworfen wird und zwischen dem Auffänger, vollkommene Absorption vorausgesetzt, und der Erde einen gleich starken Strom hervorruft. Es gilt also $J_i = J_a + J_r$.

Der durch ein eingeschaltetes Galvanometer messbare Strom zwischen Reflector und Erde heisst der Reflectorstrom R, der Strom zwischen Auffänger und Erde der Auffängerstrom A. Der Reflectorstrom ist im allgemeinen nicht gleich der absorbirten Intensität, das Gleiche gilt von dem Auffängerstrom und der reflektirten Intensität. Wir behandeln hier speciell den Reflectorstrom, ganz ähnliche Betrachtungen gelten für den Auffängerstrom.

Den wirklich beobachtbaren Reflectorstrom R müssen wir als eine Summe von mehreren Componenten betrachten; es sind im allgemeinen Fall vier solcher Componenten möglich. Da ist zunächst die absorbirte Intensität J_a; da sie einer negativen Elektricitätsmenge entspricht, so sei sie in jene Summe mit negativem Vorzeichen eingeführt. Zweitens kann eine Voltadifferenz zwischen Reflector und Auffänger einen Strom

J_v in dem Kreise „Erde–Reflector–ionisirtes Gas–Auffänger–Erde“ veranlassen; das Vorzeichen von J_v bestimmt sich nach dem Vorzeichen jener Voltadifferenz. Drittens kann durch Ionendiffusion aus der an der Reflectoroberfläche liegenden Gasschicht in das übrige Gas bei Vorhandensein eines Partialdruckgefälles der Ionen ein Strom J_d zwischen Reflector und Erde veranlasst werden. Endlich ist eine secundäre Emission von negativer Elektricität aus dem Reflector in das Gas möglich, veranlasst durch die Absorption von Kathodenstrahlenenergie; sie erzeugt einen positiven Strom J_e zwischen Reflector und Erde.

Nach dem Vorstehenden wird der Reflectorstrom R durch folgende Gleichung dargestellt: $R = J_v + J_d + J_e - J_a$. Das Vorzeichen von R ist negativ, wenn J_a, absolut genommen, grösser als die Summe $J_v + J_d + J_e$ ist. Ist diese Forderung nicht erfüllt, so wird der Reflectorstrom positiv. Die Summe $P = J_v + J_d + J_e$ ist identisch mit dem, was die Herren Austin und Starke „positiven Effect“ (die Ursache eines positiven Wertes des Reflectorstromes) nennen. Setzt man $R = -J_a$, so begeht man im allgemeinen einen Fehler; dieser kann aus den drei Quellen J_v, J_d, J_e fliessen. Die einzelne dieser drei Fehlerquellen können wir dann vernachlässigen, wenn der entsprechende Strom (J_v, J_d, J_e) klein ist gegen $-J_a$. Da $J_d + J_e$ immer positiv, J_v unter Umständen negativ ist, so ist der besondere günstige Fall möglich, dass die Summe $P = J_v + J_d + J_e$, der positive Effect, klein ist gegen $-J_a$; dann darf man $R = -J_a$ setzen, mögen auch J_v und $J_d + J_e$ einzeln gross sein.

3. **Die Voltadifferenz als Fehlerquelle.** — Ist die Beschaffenheit der Reflectoroberfläche unabhängig von dem Einfallswinkel α der Kathodenstrahlen, so ist es auch die Voltadifferenz des Reflectors gegen den Auffänger. Da das erste wahrscheinlich ist, so dürfen wir $dJ_v/d\alpha = 0$ setzen, oder bei einem gegebenen Gasdruck den Voltastrom J_v als unabhängig von dem Einfallswinkel betrachten.

Wir nehmen zunächst an, dass die Voltadifferenz unabhängig von der Intensität der einfallenden Kathodenstrahlen ist, dass also die Beschaffenheit der Oberfläche des Reflectors durch das Auftreffen von Kathodenstrahlen keine Veränderung erleidet.

Die erste Columne der nachstehenden Tabelle giebt die Voltadifferenz einiger Metalle[1]) gegen Messing in Volt, statt des richtigen Wertes für Aluminium ist der etwas kleinere Wert für Zink eingesetzt; die zweite Columne giebt die Voltadifferenzen gegen Aluminium; die dritte Columne enthält die Werte des Reflectorstromes R, welche die Herren AUSTIN und STARKE für die betreffenden Metalle bei einem Auffänger aus Messing in einer willkürlichen Einheit angeben (l. c. p. 116); die vierte Columne giebt die Grösse des Voltastromes J_v in Procenten des Reflectorstromes. J_v wurde aus der Angabe der Herren AUSTIN und STARKE (l. c. p. 110) berechnet, dass 2,5 Volt künstliche Spannungsdifferenz zwischen Reflector und Erde den Reflectorstrom auf Null bringen; da sie nicht angeben, ob bei Aluminium oder Platin, wurde hierbei zur Auffindung des Proportionalitätsfactors für den auf Null reducirten Reflectorstrom das Mittel aus $(R)_{Al}$ und $(R)_{Pt}$ bei senkrechter Incidenz gesetzt.

Metall	Voltadifferenz gegen Messing	Voltadifferenz gegen Aluminium	Reflector-strom R ($\alpha = 0$)	Voltastrom J_v in Proc.
Platin	+ 0,287	+ 1,02	− 40	+20
Kupfer	+ 0,087	+ 0,822	− 72	+ 8
Aluminium	− 0,679	0	−100	−27

Wie die letzte Columne der vorstehenden Tabelle ersehen lässt, ist der Voltastrom selbst bei senkrechter Incidenz nicht klein verglichen mit dem Reflectorstrom, und dabei nimmt das Messing eine mittlere Stellung in der VOLTA'schen Spannungsreihe ein. Noch viel grössere Werte muss der Voltastrom für einen Auffänger aus Aluminium annehmen, da gegen dieses, wie die zweite Columne zeigt, die anderen Metalle grosse Voltadifferenzen besitzen.

Nach dem Vorstehenden ist es unbedingt notwendig, bei der Untersuchung der Kathodenstrahlreflexion die fälschende Wirkung einer Voltadifferenz zwischen Reflector und Auffänger zu berücksichtigen. Und zwar dürfen nicht schon bekannte

1) G. WIEDEMANN, Die Lehre von der Elektricität 1. p. 697. Braunschweig 1893.

Werte der Voltadifferenz zur Correction herangezogen werden, sondern es muss die Voltadifferenz in jedem einzelnen Falle neu bestimmt werden. Unsere Annahme, dass auffallende Kathodenstrahlen eine metallische Oberfläche unverändert lassen, dürfte nämlich nicht genau zutreffen. Es ist zu vermuten, dass Kathodenstrahlen ähnlich wie ultraviolettes Licht die Beschaffenheit einer metallischen Oberfläche ändern und so eine Verschiebung des Reflectormetalles in der Volta'schen Spannungsreihe bewirken. Es wird interessant sein zu untersuchen, ob diese Verschiebung dauernd ist oder durch eine Art Erholung nach einiger Zeit wieder rückgängig wird.

4. **Die Ionendiffusion als Fehlerquelle.** — Den Ionen in Gasen müssen wir einen Partialdruck zuschreiben. Ist an einer Stelle die Ionisation (Zahl der Ionen in der Volumeneinheit) grösser als in der Umgebung, oder allgemeiner, ist in einem Punkte das Gefälle des Partialdruckes in einer Richtung von Null verschieden, so diffundiren in dieser Richtung die positiven wie die negativen Ionen; da aber in Gasen die negativen Ionen eine grössere specifische Geschwindigkeit als die positiven besitzen, so eilen sie diesen voraus. Infolgedessen entsteht zwischen dem Ort höheren Druckes und demjenigen niedrigeren eine Spannungsdifferenz und, ist ein geschlossener Stromkreis vorhanden, ein elektrischer Strom.

Ein Kathodenstrahlenbündel ionisirt nun auf seinem Wege das von ihm durchlaufene Gas; der Partialdruck der Ionen ist darum im Innern des Bündels grösser als rings im nicht durchlaufenen Gas. Die Oberfläche eines Kathodenstrahlenbündels lädt sich aus diesem Grunde negativ, sein Inneres positiv.

In Uebereinstimmung mit der Nernst'schen Formel:

$$E_d = 8{,}64 . 10^{-5} . T \cdot \frac{v_n - v_p}{v_n + v_p} \cdot \log \frac{n_2}{n_1} \text{ Volt},$$

worin E_d elektromotorische Kraft, T absolute Temperatur, v_n bez. v_p negative bez. positive specifische Ionengeschwindigkeit, n Ionisation bedeutet, hat man nun in Concentrationsketten nur sehr kleine Werte für E_d gefunden. Man ist darum geneigt, zu schliessen, dass allgemein auch in Gasen die elektromotorische Kraft durch Ionendiffusion sehr klein ist im Ver-

gleich zu 1 Volt. Indes übersieht man bei diesem voreiligen Schluss, dass die absolute Temperatur der Ionen in Gasen unter Umständen einen sehr grossen Wert annehmen kann.

Da in verdünnten Gasen das Gesetz der Proportionalität zwischen Ionengeschwindigkeit und treibender Kraft nicht mehr gilt, so gilt für sie auch die obige NERNST'sche Formel nicht mehr genau. Um indessen zu einer Schätzung der Grössenordnung von E_d für den ins Auge gefassten Fall eines durch ein Kathodenstrahlenbündel ionisirten Gases zu gelangen, seien folgende Annahmen gemacht.

Es gelte noch angenähert die obige Formel; $(v_n - v_p)/(v_n + v_p)$ sei gleich 0,5, ferner sei $n_2/n_1 = e = 2{,}71828$. Die absolute Temperatur der Ionen (diese, nicht die mittlere Temperatur des Gases kommt in Betracht) sei in dem betrachteten Volumen räumlich constant, sie sei für die positiven und die negativen Ionen gleich gross; sie entspreche im Mittel derjenigen kinetischen Energie der Ionen, welche sie nach freier Durchlaufung von 1 Volt Spannungsdifferenz besitzen, sie sei also gleich $6{,}08 \, . \, 10^3$. Alle diese Annahmen, ausgenommen $n_2/n_1 = e$, sind derartig, dass sie einen kleineren Wert für E_d liefern, als er in Wirklichkeit zu erwarten ist. Sie ergeben E_d zu 0,26 Volt.

Die aus der Ionendiffusion entspringende elektromotorische Kraft an der Oberfläche eines Kathodenstrahlenbündels in Gas steht senkrecht zur Richtung des Strahlenbündels, lädt dessen Inneres positiv, seine Umgebung negativ. Bei senkrechter Incidenz ist sie darum parallel zur Oberfläche des Reflectors; bei schiefer Incidenz dagegen ist diejenige Componente von ihr, welche senkrecht zum Reflector steht, proportional dem Sinus des Einfallswinkels; die Reflectoroberfläche rückt hierbei in das Innere des Strahlenbündels und erhält darum die hier durch die Ionendiffusion entstehende positive Ladung und sendet einen entsprechenden positiven Strom J_d zur Erde. J_d ist demnach eine Function des Einfallswinkels, ist Null für $\alpha = 0$ und wächst mit α, doch langsamer als $\sin \alpha$; infolge der diffusen Kathodenstrahlreflexion verliert nämlich in der Nähe der Reflectoroberfläche die Begrenzung des ionisirenden Kathodenstrahlenbündels an Schärfe, damit aber nimmt das Verhältnis der Partialdrucke an der Reflectoroberfläche und im Gasinnern ab.

Das Experiment hat zu ergeben, wie gross der Anteil von J_d an dem Reflectorstrom R ist, ob die aus der Ionendiffusion entstehende Fehlerquelle vernachlässigt werden darf.

5. **Secundäre Emission als Fehlerquelle.** — Die Herren Austin und Starke haben die Vermutung ausgesprochen, dass durch das Auftreffen primärer Kathodenstrahlen auf ein Metall secundär eine von diesem ausgehende Emission negativer Teilchen veranlasst werde. Wenn es ihnen auch nicht gelungen ist, eine solche secundäre Emission einwandsfrei nachzuweisen, so verdient doch jene Vermutung eine ernste Prüfung.

Zunächst haben wir uns klar zu werden über den Unterschied zwischen Reflexion und secundärer Emission. Ein reflectirtes Kathodenstrahlteilchen ist identisch mit einem primären einfallenden Teilchen; ein secundär emittirtes negatives Teilchen ist noch nicht in dem einfallenden primären Kathodenstrahlenbündel enthalten, sondern wird durch dessen Energie erst aus dem Reflector frei gemacht und dann in den Gasraum übergeführt. Die Energie, welche das secundär emittirte Teilchen mit sich führt, verdankt es der Energie der einfallenden Strahlen, nicht aber entstammt diesen seine negative Ladung. Es gilt darum nicht $J_i = J_a + J_r + J_e$.

Es giebt nun zwei Wirkungen, welche eine secundäre Emission negativer Teilchen bei der Kathodenstrahlreflexion veranlassen können. Da ist einmal das ultraviolette Licht, nicht dasjenige, welche in sehr geringer Intensität im durchstrahlten Gas erregt wird, sondern dasjenige, welches an der Reflectoroberfläche beim Auftreffen der primären Kathodenstrahlen erzeugt wird und hier an seinem Entstehungsorte eine beträchtliche Intensität besitzen kann. Da sind zweitens die Röntgenstrahlen, welche durch den Stoss der primären Kathodenstrahlen an der Reflectoroberfläche ausgelöst werden und hier ebenfalls ihre grösste Intensität besitzen; für Elektrodenspannungen unterhalb 20000 Volt besitzen diese Röntgenstrahlen eine starke Absorbirbarkeit. Sowohl ultraviolettes Licht wie Röntgenstrahlen machen nun bei der Absorption durch eine metallische Oberfläche negative Elektricität in den angrenzenden Gasraum frei. Von dem ultravioletten Licht ist dies längst bekannt; für die Röntgenstrahlen ist es neuerdings erwiesen worden; die von ihnen erregten Secundärstrahlen

enthalten zum Teil negative Ladung oder Kathodenstrahlen.[1]) Das Zustandekommen der secundären Emission hätten wir uns demnach folgendermaassen zu denken. Beim Auftreffen der primären Kathodenstrahlen auf den Reflector werden unter Verlust kinetischer Energie derselben ultraviolette und Röntgenstrahlen an der metallischen Oberfläche erzeugt; von dieser wird dann wieder ein Teil der Strahlen absorbirt und erzeugt dabei eine Emission negativer Elektricität. Der emittirten negativen Intensität entspricht ein gleich grosser positiver Emissionsstrom J_e durch den Reflector zur Erde. Vernachlässigt man in der Gleichung des Reflectorstromes $R = -J_a + J_v + J_d + J_e$ den Emissionsstrom, so macht man damit im allgemeinen einen Fehler; ob dieser vernachlässigt werden darf, hat die experimentelle Untersuchung zu ergeben.

Wenn die secundäre Emission überhaupt einen Wert besitzt, welcher neben der reflectirten Intensität nicht vernachlässigt werden darf, so ist ohne weiteres aus dem Vorstehenden zu ersehen, dass sie auch bei senkrechter Incidenz vorhanden sein muss; mit wachsendem Einfallswinkel muss sie indes etwas zunehmen, da bei schiefer Incidenz die Zahl der an der Oberfläche liegenden Metallteilchen, welche von den primären Käthodenstrahlen getroffen werden, grösser ist als bei senkrechter.[2])

Zum Schlusse sei bemerkt, dass ausser der Absorption von violettem Licht und von Röntgenstrahlen noch eine dritte Art denkbar ist, in welcher primäre Kathodenstrahlen secundäre Emission erregen können. Es steht fest, dass Kathodenstrahlen, welche in eine Schicht neutralen Gases eindringen, dieses ionisiren, d. h. aus einem Teil seiner neutralen Molecüle positive und negative Ionen frei machen. Es ist zu erwarten, dass die Kathodenstrahlen diese Wirkung nicht bloss in Gasen, sondern auch in festen und flüssigen, leitenden und nicht leitenden Körpern hervorbringen. Eine dünne Körperschicht (dünnes Metallblättchen) muss während der Absorption von Kathodenstrahlen eine Erhöhung der Ionisation

1) E. Dorn, Abhandl. d. Naturf. Ges. Halle 22. p. 40. 1900; P. Curie u. G. Sagnac, Journ. de phys. (4) 1. p. 13. 1902.

2) J. Stark, Physik. Zeitschr. 3. Heft 16. 1902.

(Zahl n der Ionen in der Volumeneinheit) und damit eine Veränderung der specifischen Leitfähigkeit

$$[\lambda = n \cdot \varepsilon \cdot (v_p + v_n)]$$

zeigen; bei Leitern, wie bei Metallen, wird die bereits vorhandene Ionisation durch die Kathodenstrahlabsorption lediglich vermehrt; ob diese Zunahme der Ionisation neben ihrem Normalwert bemerkbar ist, hat die Erfahrung zu ergeben; mit der Vermehrung der Ionisation in einer Kathodenstrahlen absorbirenden Oberflächenschicht wird eine Veränderung ihrer Voltadifferenz gegen ein anderes Metall Hand in Hand gehen.

Wenn nun wirklich durch die Kathodenstrahlen neutrale Metallteilchen des Reflectors ionisirt werden, so kann damit an einzelnen Punkten ein Freiwerden von Ionen, speciell negativer, in den Gasraum verbunden sein; wie ein Kathodenstrahl von einem neutralen Gasmolecül, so kann er vielleicht auch von einer metallischen Oberfläche ein negatives Elektron losträmmern, ohne dabei selbst an diese seine negative Ladung zu verlieren.

6. **Beweisführung für Kleinheit des Voltastromes.** — l. c. p. 108 behaupten die Herren Austin und Starke, dass der Voltastrom nichtstörende Grösse haben kann. Nun aber handelt es sich hierbei um zwei Fragen, die man auseinanderhalten muss. Erstens: wie gross ist der Voltastrom für sich allein? Zweitens: genügt der Voltastrom, um den positiven Effect ($P = J_v + J_d + J_e$) zu erklären? Ausschliesslich die experimentelle Antwort auf die erste Frage könnte die Herren Austin und Starke zu der obigen Behauptung berechtigen. Aber, wie bereits bemerkt, treten sie die directe experimentelle Beweisführung durch Messung der Voltadifferenz nicht an. Vielmehr zeigen sie (Grund 1 und 2, p. 111), dass der positive Effect ($P = J_v + J_d + J_e$) in einzelnen Fällen grösser oder von anderem Vorzeichen ist als der zu erwartende Voltastrom, und darin scheinen sie einen Beweis ihrer Behauptung zu sehen. Daraus aber folgt doch nicht, dass der Voltastrom allgemein überhaupt nicht in merkbarer Grösse vorhanden ist, sondern lediglich, dass er zur Erklärung des positiven Effectes allein nicht ausreicht; sein Anteil an ihm kann jedoch in einzelnen Fällen ein ganz beträchtlicher sein.

Auch der dritte Grund (p. 111—114), den die Herren AUSTIN und STARKE für entscheidend ansehen, ist nicht stichhaltig. Sie basiren ihr Räsonnement auf folgenden Versuch. Den Reflector bringen sie in einem Raum an, dessen Gasdruck unabhängig von demjenigen in der Erzeugungsröhre der Kathodenstrahlen variirt werden kann; durch ein Aluminiumfenster hindurch lassen sie Kathodenstrahlen von constanter Geschwindigkeit aus der Erzeugungsröhre auf den Reflector fallen. Sie finden zweierlei; erstens ist die Abnahme des Reflectostromes mit wachsendem Einfallswinkel klein, bei der grössten Neigung (85°) nur etwa 20 Proc., positiver Strom trat gar nicht mehr ein; zweitens ist die Grösse des Reflectorstromes und auch das Verhältnis der Reflectorströme verschiedener Metalle unabhängig von dem Gasdruck p im Reflexionsraume.

Das zweite Resultat verwerten sie nun zu folgender theoretischer Schlussfolgerung. Dass sie statt $\partial R/\partial p = 0$ den Quotienten $\partial P/\partial p = 0$ setzen, dagegen ist nichts einzuwenden. Sie gehen aber weiter und glauben $J_v = 0$ setzen zu dürfen. Denn, überlegen sie, J_v müsste als Strom durch das Gas abhängig sein von der Leitfähigkeit $[\lambda = n.\varepsilon.(v_p + v_n)]$, also von der Ionisation n in demselben, also von dem Gasdruck, da mit diesem die Ionisirung durch die Kathodenstrahlen zunimmt; da indes $P = J_v + J_d + J_e$, der positive Effect, unabhängig ist von p, so muss $J_v = 0$ sein. Damit scheinen sie zweierlei zugleich bewiesen zu haben, nämlich dass der Voltastrom für sich allein sehr klein ist und dass der positive Effect nichts mit ihm zu thun hat. Der Schluss von dem Differentialquotienten

$$\frac{\partial P}{\partial p} = \frac{\partial}{\partial p}(J_v + J_d + J_e) = 0$$

auf den Absolutwert des Integrals ($J_v = 0$) ist indes unzulässig. Angenommen, für die Grösse J_v käme wirklich eine OHM'sche Leitfähigkeit des Gases $\lambda = n.\varepsilon(v_p + v_n)$ in Betracht, so muss nicht bloss n, sondern auch $(v_p + v_n)$ als Function des Druckes betrachtet werden; während n wächst mit p, nimmt die Summe der spec. Geschwindigkeiten $(v_p + v_n)$ ab mit p; das Product λ mag darum nur wenig mit dem Gasdruck sich ändern und

ebenso J_v. Aus $\partial J_v / \partial p = 0$ lässt sich darum noch nicht sicher folgern $J_v = 0$.

Demnach ist die Beweisführung der Herren Austin und Starke dafür, dass der Voltastrom von vernachlässigbarer Grösse sei, nicht stichhaltig.

7. **Beweisführung für das Vorhandensein einer secundären Emission.** — Wie die Herren Austin und Starke selbst zugestehen, ist es ihnen nicht gelungen, das Vorhandensein einer secundären Emission negativer Elektricität auf directem experimentellen Wege nachzuweisen. Sie glauben indes durch eine indirecte Beweisführung ihr Vorhandensein festgestellt zu haben. Der Gang derselben ist folgender. In dem Reflectorstrom R ist ein positiver Effect P vorhanden; dieser kann von drei Ursachen herrühren: a) von einer positiven Strahlung, b) von einem Voltastrom, c) von einer secundären Emission. Da weder a) noch b) vorhanden sind, so bleibt „nur noch der Erklärungsweise dritte c), dass eine durch die Kathodenstrahlen erregte secundäre Emission negativer Elektricität stattfindet“. Indes zu dem Schluss „nur noch“ sind die Herren Austin und Starke nur dann berechtigt, wenn sie zuerst die Prämisse vorangehen lassen und beweisen, dass es drei und nur drei mögliche Ursachen des positiven Effectes giebt. Dies aber beweisen sie nicht, und in der That ist noch eine vierte Ursache, die Ionendiffusion möglich, ganz abgesehen davon, dass die Abwesenheit von b) noch nicht sicher bewiesen ist.

Man verstehe wohl, ich sage nicht, es sei keine secundäre Emission vorhanden; ich betone nur, dass die indirecte Beweisführung der Herren Austin und Starke für das Vorhandensein einer secundären Emission nicht zwingend ist.

Auch die Art, in welcher sie die vermutete secundäre Emission mit Eigenschaften ausstatten, ist nicht einwandsfrei. Angenommen, der positive Effect sei qualitativ und quantitativ gleich einer secundären Emission, so sind wir doch nicht ohne weiteres zu nachstehenden Folgerungen berechtigt. Der negative Reflectorstrom nimmt, wie die Beobachtung zeigt, zu mit wachsender Geschwindigkeit (c) der Kathodenstrahlen, um so mehr, je grösser der Einfallswinkel ist; es ist also R eine Function von c. Dies haben wir mathematisch zunächst so zu formuliren:

$R(c) = P(c) - J_a(c)$. Nun setzen die Herren AUSTIN und STARKE willkürlich $\partial J_a(c)/\partial c = 0$, sie scheinen stillschweigend zu folgern, dass die reflectirte und absorbirte Intensität auch bei schiefer Incidenz unabhängig sei von der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen, da dies bei senkrechter Incidenz der Fall ist. Experimentell haben sie diese Folgerung nicht bewiesen, theoretisch aber ist sie unwahrscheinlich (Physik. Zeitschr. Heft 16, 1902). Es steht demnach nicht fest, dass

$$\frac{\partial R(c)}{\partial c} = \frac{\partial P(c)}{\partial c}$$

ist.

Weiter finden die Herren AUSTIN und STARKE, dass die Grösse des Reflectorstromes abhängt von der Güte der Politur. Ohne weiteres aber schreiben sie wieder diese Abhängigkeit ausschliesslich dem positiven Effect zu. Ja bei senkrechter Incidenz ist die absorbirte Intensität unabhängig von dem Grad der Politur; ob dies aber auch bei schiefer Incidenz zutrifft, ist mindestens fraglich.

8. **Beweisführung für die Abwesenheit des positiven Effectes bei senkrechter Incidenz.** — l. c. p. 120 schreiben die Herren AUSTIN und STARKE: „Wir sind in der erfreulichen Lage, mit aller positiven Bestimmtheit aussagen zu können, dass der genannte Effect bei senkrechter Incidenz der Kathodenstrahlen niemals stattfindet, zum wenigsten nicht in einem bemerkbaren Grade.“ Vielleicht erhalten sie mit dieser Behauptung Recht, bewiesen aber haben sie ihre Richtigkeit noch nicht.

Die Herren AUSTIN und STARKE teilen zur Bekräftigung ihrer Behauptung fünf Beobachtungen mit. Beweis I., dass zwei verschiedene Methoden des Hrn. STARKE denselben Wert der Reflexion ergeben, übergehe ich. Nach II. ist das Verhältnis ($\varkappa$) der Reflectorströme für zwei verschiedene Metalle für den Einfallswinkel $\alpha = 0$ unabhängig von der Kathodenstrahlgeschwindigkeit c, oder es ist

$$\frac{\partial \varkappa}{\partial c} = \frac{\partial}{\partial c}\left(\frac{R'}{R''}\right) = \frac{1}{R''}\frac{\partial R'}{\partial c} - \frac{R'}{R''^2}\frac{\partial R''}{\partial c} = 0 .$$

Daraus würde nun, wie die Herren AUSTIN und STARKE selbst bemerken, noch nicht folgen, dass in den Gleichungen $R' = P' - J_a'$ bez. $R'' = P'' - J_a''$ die Grösse P' bez. P'' Null ist für $\alpha = 0$. Nach V. aber gilt auch

$$\frac{\partial R'}{\partial c} = \frac{\partial R''}{\partial c} = 0 .$$

Indes folgt hieraus allein oder aus Combination von Beobachtung II. und V. etwas über P' bez. P''? Aus dem Nullwert des Differentialquotienten darf man doch nicht auf die Constantenwerte der einzelnen additiven Teile einer Function schliessen. Selbst zugegeben, dass $\partial J_a / \partial c = 0$ ist, folgt aus $\partial P / \partial c = 0$ allein schon $P = 0$ für $\alpha = 0$?

Nach III. ist die Reflexion bei senkrechter Incidenz ($\alpha = 0$) unabhängig von der Güte der Politur, für $\alpha > 0$ ist der Reflectorstrom abhängig von ihr. Drücken wir den Einfluss der Politur der Oberfläche durch die Variable μ aus und formuliren wir die zwei vorstehenden Befunde:

$$\frac{\partial R}{\partial \mu} = 0 \quad \text{für} \quad \alpha = 0,$$

$$\frac{\partial R}{\partial \mu} = \frac{\partial (P - J_a)}{\partial \mu} \lesseqgtr 0 \text{ für } \alpha > 0.$$

Aus diesen zwei Gleichungen folgt noch nicht $(\partial J_a / \partial \mu)_{\alpha > 0} = 0$, noch weniger $(P)_{\alpha = 0} = 0$, nicht einmal, wenn wir hinzunehmen $(\partial J_a / \partial \mu)_{\alpha = 0} = 0$.

Nach IV. ergiebt sich das Verhältnis der Reflexionsvermögen zweier Metalle „nur bei senkrechter Incidenz als genau der gleiche, vom Entladungspotential unabhängige Wert, sei es, dass es gemessen ist aus dem Verhältnis der in einen FARADAY'schen Cylinder reflectirten Elektricitätsmenge, oder aus den durch Ableitung des Reflectors durch ein Galvanometer erhaltenen Strömen. Sobald schiefe Incidenz stattfindet, sind die nach beiden Methoden erhaltenen Werte ganz verschieden.“ Im FARADAY'schen Cylinder kommt offenbar nur ein Bruchteil ($k J_r$) der gesamten reflectirten Intensität zur Messung. Rechnen wir mit der gesamten reflectirten und absorbirten Intensität, so gilt für zwei Metalle, unabhängig von P, die Gleichung

$$\frac{J_r' + P'}{J_r'' + P''} = \frac{J - J_a' + P'}{J - J'' + P''} \quad \text{oder} \quad \frac{A'}{A''} = \frac{J + R'}{J + R''}.$$

Bei Messung von $k . J_r$ finden nun die Herren AUSTIN und STARKE:

$$\frac{k_0' . J_r' + x' . P'}{k_0'' . J_r'' + x'' . P''} = \frac{J - J_a' + P'}{J - J_a'' + P''} \text{ für } \alpha = 0,$$

$$\frac{k_a' . J_r' + x' . P'}{k_a'' . J_r'' + x'' . P''} \gtrless \frac{J - J_a' + P'}{J - J_a'' + P''} \text{ für } \alpha > 0.$$

Wie aus diesen zwei Gleichungen allgemein $P=0$ für $\alpha=0$ folgen soll, ist nicht zu ersehen. Es würde selbst dann nicht mit Sicherheit folgen, wenn $k_0'/k_0'' = k_\alpha'/k_\alpha''$ (dies scheinen die Herren AUSTIN und STARKE stillschweigend anzunehmen) wäre. Dass aber diese Voraussetzung unzulässig ist, geht aus den Messungen von SEITZ[1]) hervor. (Die letzten drei Absätze erfuhren bei der Correctur im Interesse der Verständlichkeit eine Erweiterung.)

Resultate.

I. Die Versuche der Herren AUSTIN und STARKE enthalten nichts, was im Widerspruch stände mit den Folgerungen, die sich aus der Ablenkungshypothese der Kathodenstrahlreflexion ziehen lassen.

II. Vor jeder weiteren experimentellen Untersuchung der Kathodenstrahlreflexion bedürfen als Fehlerquellen einer qualitativen und quantitativen Prüfung der Voltastrom, die Ionendiffusion und die secundäre Emission.

III. Die Beweisführung der Herren AUSTIN und STARKE dafür, dass der Voltastrom bei der Kathodenstrahlreflexion allgemein vernachlässigt werden kann, ist nicht stichhaltig.

IV. Die indirecte Beweisführung für das Vorhandensein einer secundären Emission ist nicht zwingend.

V. Die Beweisführung für die Abwesenheit eines positiven Effectes bei senkrechter Incidenz ist nicht einwandsfrei.

Göttingen, den 15. April 1902.

1) W. SEITZ, Ann. d. Phys. 6. p. 1. 1901.

Beiträge zu einer Wiederholung des Mascart'schen Versuches;

von R. Wachsmuth und O. Schönrock.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 25. April 1902.)

(Vgl. oben S. 137.)

Die Frage nach einer translatorischen Bewegung des Lichtäthers hat vor vier Jahren die physikalische Section der in Düsseldorf versammelten Naturforscher beschäftigt. Hr. W. Wien[1]) hat damals in seinem Referat die Annahmen bewegten oder ruhenden Aethers discutirt, und er sowohl wie sein Correferent, Hr. H. A. Lorentz, haben hervorgehoben, wie vor allem die Erscheinung der Aberration des Lichtes der Fixsterne zu der Annahme ruhenden Aethers drängt.

Die Versuche, die eine solche Annahme zu widerlegen scheinen, sind hauptsächlich die von Klinkerfues, Fizeau, Michelson und Morley und von Mascart. Von diesen ist bisher der erste wiederholt worden. Klinkerfues hatte gefunden, dass die Absorptionslinien des Bromdampfes durch die Bewegung der Erde verschoben würden. Herr Haga[2]) hat nun auf der letzten Naturforscherversammlung in Hamburg mitgeteilt, dass, während Klinkerfues eine solche Verschiebung gegen das Natriumspectrum im Betrage von $^1/_{13}$ der Entfernung der Na-Linien glaubt constatirt zu haben, diese nach seinen Messungen nicht mehr als etwa $^1/_{1000}$ jener Entfernung

---

1) W. Wien, Wied. Ann. 65. Beilage zu Heft 7. 1898. W. Wien u. H. A. Lorentz, Verh. d. Ges. Deutscher Naturf. u. Aerzte in Düsseldorf 1898, 2. Teil, 1. Hälfte p. 49—65.

2) H. Haga, Physik. Zeitschr. 3. p. 191. 1901/02.

betragen kann. Hiermit sind also die KLINKERFUES'schen Angaben nicht aufrecht zu erhalten.

Die Anordnung des Versuches von FIZEAU über den Einfluss der Erdbewegung auf die Drehung der Polarisationsebene durch Glassäulen wird ja gegenwärtig allgemein nicht als einwandsfrei erklärt und auch gegen den Versuch von MICHELSON und MORLEY sind Einwendungen[1]) erhoben worden, die seine Wiederholung wünschenswert machen.

Es bleibt von optischen Methoden noch die des Hrn. MASCART übrig. Die Aufgabe dieser Zeilen ist es, den Nachweis zu erbringen, nicht bloss dass auch dieser Versuch der Wiederholung bedarf, sondern auch dass die von MASCART wirklich erreichte Genauigkeit wesentlich übertroffen werden kann.

Hr. MASCART[2]) hat geprüft, ob die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in Quarzplatten eine Aenderung zeigt, je nachdem man linear polarisirtes Licht durch einen Quarz in Richtung der Erdbewegung oder gegen diese hindurchschickt. Da die Geschwindigkeit der Erde 30 km in der Secunde beträgt, die des Lichtes aber 300 000 km, so leitete er ab, dass eine Aenderung von etwa $2 \times {}^1/_{10000}$, d. h. ${}^1/_{5000}$ des Drehungswertes eintreten müsse, wenn der Lichtäther an der Erdbewegung nicht teilnimmt.

Zu seinen Messungen benutzt er einen Apparat, bei dem zwischen dem Polarisator und dem Analysator ausser den drehenden Quarzplatten noch zwei Linsen zum Parallelmachen der Strahlen und zwei Prismen zu spectraler Reinigung eingeschoben sind. Dadurch sind in die Anordnung Fehlerquellen gebracht, die man heutzutage vermeiden würde. Uebrigens macht auch schon Hr. MASCART selbst (l. c. p. 204) auf das Bedenkliche dieser Anordnung aufmerksam.

Für die Drehungen wurden 7 Quarzplatten von 30 bis 110,6 mm Dicke einzeln oder in Hintereinanderstellung benutzt.

---

1) W. SUTHERLAND, Nature 63. p. 205. 1900/01; W. M. HICKS, Phil. Mag. (6) 3. p. 9. 1902; l. c. p. 256; Nature 65. p. 343. 1902.

2) MASCART, Ann. École norm. sup. (2) 1. p. 157—214. 1872.

Die Platten waren, wie angegeben wird, zum Teil nicht homogen. Dies zeigt sich auch auffällig, wenn man die auf 1 mm reducirten Resultate der absoluten Bestimmungen des Drehvermögens vergleicht. Für Thalliumlicht ($\lambda = 534.88\ \mu\mu$) zeigt die Tabelle Unterschiede von 0,25 Proc.

Nr.	Dicke		Drehung pro 1 mm
Nr. I.	Dicke: 29,995 mm	linksdrehend	Drehung pro 1 mm: 26,652°
„ II.	„ 30,482 „	linksdrehend	26,632
„ III.	„ 42,619 „	linksdrehend	26,633
„ IV.	„ 110,579 „	linksdrehend	26,641
„ V.	„ 36,524 „	rechtsdrehend	26,664
„ VI.	„ 37,458 „	rechtsdrehend	26,677
„ VII.	„ 81,278 „	rechtsdrehend	26,699

Auf den Fehler der relativen Messungen lässt sich aus diesen Angaben natürlich nicht schliessen.

Die uns hier besonders interessirenden relativen Messungen sind so angestellt, dass die Lichtquelle sich abwechselnd im Westenund im Osten des Apparates befand und die Beobachtungen um Mitternacht angestellt wurden. So sollte die Drehung durch den Einfluss der Erdbewegung bald vergrössert, bald verkleinert werden. Dass diese Versuche keine Unterschiede ergeben haben, erscheint nicht so sehr überraschend, wenn man die freilich nur in geringer Zahl mitgeteilten Beobachtungsreihen näher ansieht.

Wenn keine anderen Einflüsse[1]) das Resultat verkleinerten, so war eine Drehungsänderung von wenigstens $^1/_{5000}$ zu erwarten. Es erscheint zweifelhaft, ob man eine solche wirklich hätte beobachten können. Denn die Genauigkeit der damaligen Beobachtung liess durchweg selbst bei Einstellungen ein und desselben Wertes Abweichungen von grösserem Betrage vorkommen. Ueber die Art, wie die Lichtquelle mit dem Apparat zusammen gegen W bez. O gedreht wurde, ist nichts gesagt. Kleine Unregelmässigkeiten hierbei, Verschiebungen des optischen Schwerpunktes etc., würden für

1) H. A. Lorentz, l. c. p. 61; vgl. auch seine Schrift: Versuche einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern, p. 119. Leiden 1895.

die Erklärung der Fehlergrösse genügen. Auch ist für eine Präcisionsmessung die Anzahl der Einstellungen der einzelnen Beobachtungsreihen äusserst klein. Die grösste Empfindlichkeit wurde erreicht bei einer Gesamtdrehung von 6287° für Thalliumlicht. Dabei liegen aber nur vier Messungen nach jeder Seite vor. Die Einstellungen waren folgende:

Lichtquelle im Westen	Lichtquelle im Osten
49° 36′	49° 21′
50 26	50 17
50 42	50 27
50 4	50 10

Aus diesen Ablesungen schliesst Hr. MASCART, dass die Aenderung der Drehung nicht $^1/_3$ Grad betrage, der Einfluss der Erdbewegung also unterhalb $^1/_{20\,000}$ bleibe.

Bei der geringen Zahl von Beobachtungen ist man wohl kaum berechtigt, Mittelwerte anzunehmen und deren Differenz zu bilden, sondern muss eher die grössten Differenzen derselben Reihe als Fehlergrösse betrachten. Nun tritt sowohl in der linken als auch in der rechten Reihe eine Differenz von 1° 6′ auf. Dies entspricht aber $^1/_{5700}$ der Gesamtdrehung. Es fällt also selbst bei diesem empfindlichsten Versuch die erwartete Aenderung nahezu mit der Fehlergrenze zusammen. — MASCART hatte recht dicke Quarzplatten benutzt, um die Empfindlichkeit seiner Methode zu erhöhen. Nun hellt sich aber selbst bei Benutzung sehr reiner Quarzplatten mit zunehmender Quarzdicke das Gesichtsfeld mehr und mehr auf, wodurch die Empfindlichkeit herabgesetzt wird.

Es fragt sich daher, ob wirklich durch die Anwendung einer so grossen Quarzdicke ein wesentlicher Vorteil[1]) erreicht wird.

Auf diese Frage hin sind von dem einen von uns (SCH.) an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt eine Reihe von Drehungsbeobachtungen an Quarzplatten verschiedener Dicke angestellt. Eine Quarzplatte von 109,6 mm Dicke wurde von

---

1) R. WACHSMUTH, Phys. Zeitschr. 3. p. 193. 1901/02.

der Firma Schmidt & Haensch für unsere Zwecke zur Verfügung gestellt. Diese negativ drehende Quarzplatte muss indessen auch an ihrer besten Stelle noch als optisch ziemlich unrein bezeichnet werden. Da es aber nach den Erfahrungen der Reichsanstalt sehr schwierig sein dürfte, in den Besitz bedeutend reinerer Quarzplatten von so grosser Dicke zu gelangen, so sind mit diesem Quarz einige Drehungsbestimmungen ausgeführt worden.

Zum Vergleich wurden zwei im Besitz der Reichsanstalt befindliche positive Quarzplatten von 24,1 und 7,4 mm Dicke herangezogen, welche optisch ziemlich rein genannt werden können.

Zu den Messungen wurde ein Halbschatten-Polarisationsapparat (Halbschatten 52') und die gelbgrüne Linie 546,1 $\mu\mu$ der Quecksilberlampe verwendet. Die Einstellungen auf gleiche Helligkeit der beiden Felder wurden in gewöhnlicher Weise schnell hintereinander ausgeführt.

Der mittlere Fehler ε der einzelnen Einstellung betrug bei Beobachtung des Nullpunktes, d. h. ohne Zwischenschalten von Quarz $\pm 0,0042^0 = \pm 15''$, aus 40 Einstellungen berechnet. Die bei Einschaltung der einzelnen Quarzplatten erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Dicke der Quarzplatte in mm	Drehungswinkel in Kreisgraden	Anzahl der einzelnen Einstellungen	ε in Kreisgraden	ε in Sekunden	ε in $^0/_0$ d. Dreh.-Winkels
109,6	2798	40	0,087	313	0,0031
24,1	615	20	0,020	72	0,0033
7,4	188	20	0,0079	28	0,0042

Da die Zahlen der letzten Columne fast gleich sind, so ist durch die grössere Dicke der Platten keine wesentlich höhere Genauigkeit erzielt worden. Es dürften also aus diesen Versuchen die folgenden beiden, für eine Wiederholung des Mascart'schen Versuches wichtigen Schlüsse zu ziehen sein:

1. An Stelle sehr dicker, wohl kaum rein erhältlicher Quarze sind vorteilhafter dünnere, nur etwa 1—3 cm dicke, aber reine Quarzplatten zu benutzen.

2. Ueberschreiten die zu beobachtenden Drehungsdifferenzen $^1/_{100000}$ des Drehungswertes, so wären sie mittels der Halbschatten-Polarisationsmethode mit Sicherheit nachweisbar.

Dabei ist noch hervorzuheben, dass diese Messungen mit einem Apparat angestellt sind, der eigentlich für die Bestimmung absoluter Drehungswerte dient; und es liegt daher durchaus die Möglichkeit vor, dass man mit einem besonders für den Zweck nur relativer Messungen construirten Apparate noch kleinere Drehungsdifferenzen als $^1/_{100000}$ zu messen im stande sein wird.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 9.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 9. Mai 1902.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Vor Eintritt in die Tagesordnung gedenkt der Vorsitzende des Verlustes, den die Gesellschaft durch den am 26. April erfolgten Tod ihres Mitgliedes

Dr. L. Fuchs,

Professor an der Universität Berlin,

erlitten hat.

Die Anwesenden erheben sich zum Gedächtnis des Hingeschiedenen von ihren Sitzen.

Der bisherige Rechnungsführer Hr. **M. Planck** erstattet Bericht über Einnahme und Ausgabe der Gesellschaft im Jahre 1901 und legt die weiter unten abgedruckte Vermögens-Bilanz, sowie die Uebersicht des Gewinn- und Verlust-Contos der Gesellschaft vor.

Hr. Frh. von Seherr-Thoss beantragt gemeinsam mit Hrn. E. Jahnke die Entlastung zu erteilen, da die vorgenommene Revision der Rechnungen, Bücher etc. alles in musterhafter Ordnung ergeben habe. Der Antrag wird angenommen. Der Vorsitzende spricht darauf dem Rechnungsführer den Dank der Gesellschaft für seine Mühewaltung aus.

Der von Hrn. **M. Planck** vorgelegte Voranschlag für Einnahmen und Ausgaben des neuen Geschäftsjahres wird einstimmig angenommen.

Aus den nunmehr durch Acclamation vorgenommenen Wahlen geht der Vorstand in folgender Zusammensetzung hervor:

Hr. E. Warburg, Vorsitzender.

Hr. W. von Bezold,
Hr. F. von Hefner-Alteneck,
Hr. E. Hagen, } Stellvertretende Vorsitzende.

Hr. M. Planck, Rechnungsführer.

Hr. Frh. von Seherr-Thoss,
Hr. E. Jahnke, } Revisoren.

Hr. F. Kurlbaum, Schriftführer.

Hr. H. Starke,
Hr. F. F. Martens, } Stellvertretende Schriftführer.

Hr. R. Defregger, Bibliothekar.

Hr. H. Kreusler, Stellvertretender Bibliothekar.

Nach Schluss der Sitzung tritt der neugewählte Vorstand zusammen und cooptirt:

Hrn. R. Assmann
Hrn. K. Scheel } als Redacteure der „Fortschritte der Physik“,

den letzteren zugleich als Herausgeber der Verhandlungen der Gesellschaft.

Als Mitglieder des wissenschaftlichen Ausschusses werden gewählt:

Hr. E. Warburg;	Stellvertreter:	Hr. E. Pringsheim.
Hr. F. Kohlrausch;	„	Hr. O. Lummer.
Hr. M. Planck;	„	Hr. H. Rubens.
Hr. V. v. Lang;	„	Hr. E. Lecher.
Hr. L. Boltzmann;	„	Hr. P. Drude.
Hr. W. Voigt;	„	Hr. M. Wien.

Hr. E. WARBURG legt eine Mitteilung des Hrn. **W. Foerster**

Bemerkung zu dem „Nachruf für JOHANNES PERNET“
von M. THIESEN

vor, deren Abdruck in den Verhandlungen beschlossen wird.

Hr. E. WARBURG berichtet ferner über eine Untersuchung des Hrn. **Bruce Hill**

über das magnetische Verhalten der Nickel-Kupfer- und Nickel-Zinnlegirungen.

Hr. **E. Goldstein** spricht dann

über Kathodenstrahlen von geringem Entladungspotential.

Hr. **H. Starke** legt endlich eine Mitteilung vor:

Erwiderung auf die kritischen Bemerkungen des Hrn. J. STARK bezüglich der Arbeit: AUSTIN-STARKE, Ueber Kathodenstrahlreflexion.

Vermögens-Bilanz

der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft

am 31. December 1901.

Activa.	Mark	Pf.	Passiva.	Mark	Pf.
Bibliothek	13 000	—	Capital-Conto	31 276	95
Effecten (Preussische Consols)	15 067	35	Friedr. Vieweg & Sohn	1 066	40
Depositengelder (bei der Deutschen Bank)	4 630	66	Stiftungsfest-Conto	139	08
Fortschritte der Physik. Bd. 56 (1900)	521	74	Mitgliederbeiträge-Conto	25	—
" " " Bd. 57 (1901)	471	—	Gewinn- und Verlust-Conto	1 296	32
" " " Bd. 58 (1902)	23	50			
" " " Bd. 59 (1903)	24	—			
Transitorien-Conto	65	50			
	33 803	75		33 803	75

Berlin, 6. Mai 1902.

M. Planck, Rechnungsführer.

Revidirt und richtig befunden: **M. Frh. v. Seherr-Thoss. E. Jahnke.**

Gewinn- und Verlust-Conto

am 31. December 1901.

Debet.	Mark	Pf.	Credit.	Mark	Pf.
Bureaubeamter	250	—	Vortrag vom Jahre 1900	700	89
Bote, Diener, Heizer	614	90	Beiträge der 171 Berliner Mitglieder 1901. I.	1 710	—
Bücher, Zeitschriften	947	98	„ „ 166 „ „ 1901. II.	1 660	—
Buchbinder	704	25	„ „ 158 Auswärtigen Mitglieder 1901	790	—
Bibliothek, Lesezirkel, Inventar	53	75	Zinsen von Wertpapieren	525	—
Verhandlungen	193	—	Zinsen von Depositengeldern	62	60
Fortschritte der Physik. Bd. 55 (1899) Verlag	66	09			
„ „ „ Bd. 55 (1899) Redaction	533	58			
Laufende Auslagen der Redacteure	118	10			
Versicherung	18	60			
Drucksachen, Schreibmaterialien	213	—			
Porti	320	81			
Extraordinaria	118	11			
Vortrag für das Jahr 1902	1 296	32			
	5 448	49		5 448	49

Vorstehender Etat-Abschluss ist von der Gesellschaft genehmigt.

Berlin, 9. Mai 1902. (gez.) **E. Warburg.**

Ueber das magnetische Verhalten der Nickel-Kupfer- und Nickel-Zinnlegirungen; von Bruce Hill.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 9. Mai 1902.)

(Vgl. oben S. 189.)

---

§ 1.

Es ist bekannt, dass die ferromagnetischen Metalle, über eine gewisse, für jedes derselben eigentümliche Temperatur hinaus erhitzt, in eine allotrope Modification übergehen, und dass diese Umwandlung durch den Verlust des Ferromagnetismus und die Veränderung vieler anderer Eigenschaften sich kund giebt. Auch weiss man, dass die Umwandlungstemperatur durch Beimengung fremder Körper erniedrigt wird, sowie der Gefrierpunkt einer Flüssigkeit erniedrigt wird, wenn man einen fremden Stoff in ihr auflöst. Es liegt daher nahe, die VAN'T HOFF'sche Formel für die Gefrierpunktserniedrigung auf den vorliegenden Fall anzuwenden, d. h. zu setzen

$$\Delta T = \frac{m}{M} \cdot \frac{0{,}02\, T^2}{L}, \tag{1}$$

wo ΔT die durch die Anwesenheit von m g des fremden Körpers in 100 g der Legirung hervorgebrachte Erniedrigung der Umwandlungstemperatur bedeutet; T die Umwandlungstemperatur in der absoluten Temperaturscale; M das Moleculargewicht des fremden Körpers; L die latente Umwandlungswärme.

Diese Anwendung seiner Formel auf den Fall der Beimengung von Kohlenstoff zum Eisen hat in der That Prof. VAN'T HOFF selbst gemacht.[1]) Wenn die Formel (1) allgemein zutrifft, so ist sie augenscheinlich für das Verhalten der Legirungen ferromagnetischer Körper von grundlegender Bedeutung. Es schien daher von Interesse, für einige Fälle die

---

1) J. H. VAN'T HOFF, Rapport présenté au congrès international de physique. 2. p. 332. Paris 1900.

Formel einer directen Prüfung zu unterziehen, eine Aufgabe, die ich auf Vorschlag von Hrn. Warburg unternommen habe.

§ 2.

Als ferromagnetisches Metall bei dieser Prüfung wurde Nickel gewählt, dessen unterhalb 400° gelegene Umwandlungstemperatur bequem erreichbar und messbar ist. Zur Herstellung möglichst einfacher Verhältnisse sollten mit dem Nickel nicht ferromagnetische Metalle legirt werden. Kupfer-Nickellegirungen in Drahtform wurden von der Firma Basse & Selve freundlichst zur Verfügung gestellt. Bemühungen, andere Nickellegirungen zu erhalten, insbesondere solche mit sehr verschiedenem Atomgewicht (Bi, Pb, Al), blieben zuerst erfolglos. Doch gelang es schliesslich Hrn. Heraeus in Hanau, Nickel-Zinnlegirungen herzustellen und in Form von Ringen zu giessen.

§ 3. **Nickel-Kupferlegirungen.**

Es standen vier Legirungen zur Verfügung, welche in 100 g 4, 8, 20, 40 g Kupfer enthielten, und zwar in Form von 300 mm langen, 2 mm dicken Drähten. Zur Bestimmung der Induction bez. der Umwandlungstemperatur wurde eine Secundärspule von blankem Kupferdraht um ein Glasrohr gewickelt, darüber die Primärspule von 450 mm Länge, und über diese eine Heizspule aus Nickelindraht, wobei die verschiedenen Spulen durch Asbest voneinander isolirt waren. Der zu untersuchende Draht zusammen mit einem geaichten Niehl'schen Quecksilberthermometer befand sich in der Glasröhre. Das Ganze war zur Wärmeisolation mit Asbest umwickelt. Die Induction wurde ballistisch bestimmt unter Anwendung eines Drehspulgalvanometers von Siemens & Halske von 1000 Ohm Widerstand.

§ 4.

Prof. Heym hatte die Güte, die Legirung mit 20 Proc. Kupfer nach der Aetzmethode mikroskopisch zu untersuchen. Es wurde bei der Zimmertemperatur keine Spur von freiem Kupfer aufgefunden.

§ 5.

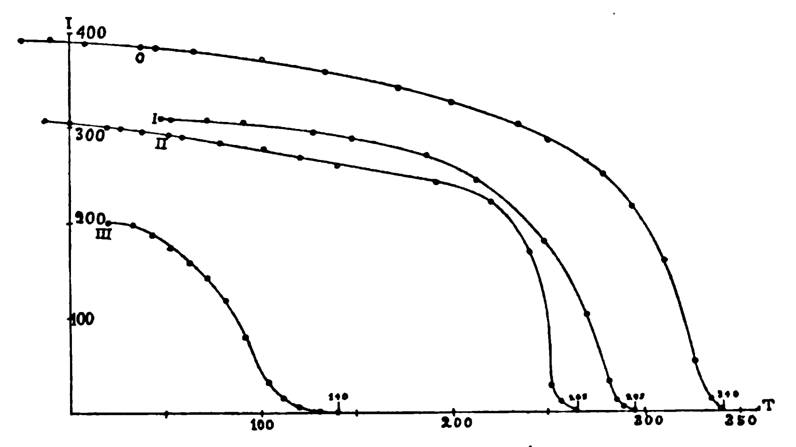
Wenn das Material für die beabsichtigte Prüfung sich eignen soll, so darf es keine Temperaturhysteresis zeigen, wie solche an sogenanntem irrversiblen Nickelstahl beobachtet wird.

Die Induction bei irgend einer Temperatur wurde nun gleich gross gefunden, mochte man bei steigender oder fallender Temperatur beobachten; Temperaturhysteresis war also nicht vorhanden. Ferner wurde die 20 proc. Legirung 1 Stunde lang auf 100° gehalten, ohne dass eine Veränderung in der Induction bemerkt werden konnte. Es stellt sich also auch, wenn eine bestimmte Temperatur erreicht ist, der ihr entsprechende magnetische Zustand ohne merkliche Verzögerung ein.

§ 6. Bestimmung der Umwandlungstemperatur.

a) Für reines Nickel.

Wie schon früher in anderen Fällen beobachtet wurde[1]), tritt der Verlust des Ferromagnetismus nicht plötzlich, sondern allmählich in einem breiten Temperaturintervall ein. Nachstehende Figur, Curve *O*, zeigt für reines Nickel den Abfall



der Magnetisirungsintensität I mit wachsender Temperatur für eine Feldstärke, welche der zur Sättigung erforderlichen nahe liegt. Wie man sieht, nimmt mit steigender Temperatur die Magnetisirung I zuerst langsam, dann schneller und schneller

1) J. Hopkinson, Proc. Roy. Soc. 44. p. 317. 1888.

ab, und nachdem sie bis auf einen sehr kleinen Bruchteil des ursprünglichen Wertes gesunken ist, tritt von einer gewissen, bis auf ungefähr 5° genau bestimmbaren Temperatur an eine sehr langsame weitere Abnahme ein. Der beschriebene, durch die Figur dargestellte Verlauf der Umwandlung scheint der Analogie des § 1, von welcher wir ausgingen, nicht zu entsprechen; nach dieser Analogie war zu erwarten, dass, sowie Wasser nach Abkühlung auf 0° bei Wärmeentziehung völlig gefriert, ehe eine weitere Temperaturerniedrigung eintritt, so auch das β-Nickel nach Erreichung der Umwandlungstemperatur bei Wärmeentziehung völlig in α-Nickel übergehe, bevor die Temperatur weiter sinkt. Doch kann man sich von dem Verlauf der Umwandlung folgendermaasen Rechenschaft geben. Nehmen wir an, dass man oberhalb der Umwandlungstemperatur, mit der unmagnetischen β-Modification anfangend, die Temperatur erniedrigt. Ist bei der Abkühlung die Umwandlungstemperatur erreicht, so wird etwas magnetisches α-Nickel sich bilden. Wenn nun dieses in der Masse des β-Nickels zu einer festen Lösung sich auflöste, dann würde die Umwandlungstemperatur erniedrigt werden, mithin weitere Bildung von α-Nickel erst bei weiterer Abkühlung erfolgen, also die Umwandlung aus der β- in die α-Modification nicht bei einer bestimmten Temperatur, sondern mit fortschreitender Abkühlung in fortschreitendem Maasse stattfinden. Als Umwandlungstemperatur ist, nach dieser Auffassung, die Temperatur zu nehmen, bei welcher bei der Abkühlung die Umwandlung beginnt. Dieser Punkt ergab sich unabhängig von der Feldstärke und konnte bis auf 5° genau bestimmt werden. Natürlich kann dieselbe Erklärung auf dasselbe am Eisen beobachtete Phänomen angewandt werden.

b) Für die Nickel-Kupferlegirungen.

Die Induction, als Function der Temperatur dargestellt, zeigt hier einen ähnlichen Verlauf wie beim Nickel (Figur, I, II, III, diese Curven beziehen sich auf die 4-, 8- und 20 proc. Legirungen), d. h. eine allmähliche Zunahme der Induction bei der Abkühlung. Nach der Analogie des § 1, von welcher wir ausgingen, war dieser Verlauf hier von vornherein zu erwarten, sowie auch das Gefrieren einer Salzlösung nicht bei

einer bestimmten Temperatur, sondern in einem breiten Temperaturintervall erfolgt, da in dem Maasse, als das Lösungsmittel ausfriert, die Lösung concentrirter wird und der Gefrierpunkt sinkt.

Der Anstieg der Induction erfolgt bei der Abkühlung hier weniger plötzlich als beim reinen Nickel, doch war die Umwandlungstemperatur (Temperatur des Beginns der Umwandlung) auch hier bis auf 5° genau bestimmbar.

Die folgende Tabelle enthält die beobachtete Umwandlungstemperatur für die Nickel-Kupferlegirungen im hart gezogenen und im angelassenen Zustand. Wie man sieht, wird durch Anlassen die Umwandlungstemperatur um 15° erniedrigt.

Cu in Proc.	t^0 cent. (hart)	ΔT	t^0 cent. (angelassen)	ΔT	$\frac{\Delta T}{m}$
0	355°	—	340°	—	—
4	310	45°	295	45°	11,2°
8	280	75	265	75	9,4
20	155	200	240	200	10,0
40	−100	455	—	—	11,4
					Mittel 10,5°

Die Erniedrigung ΔT der Umwandlungstemperatur ist, nach der Tabelle, dem Kupfergehalt m nahezu proportional. Die Kupferconcentration ist wohl nur für die beiden ersten Legirungen so klein, dass die Formel von VAN'T HOFF anwendbar ist, doch ergiebt sich die Erniedrigung $\Delta T/m$ durch 1 g Kupfer in 100 g der Legirung nicht sehr verschieden, mag man das Mittel für die beiden ersten oder für sämtliche vier Legirungen nehmen.

§ 7. Bestimmung der Umwandlungswärme L.

Die Legirung mit 40 Proc. Kupfer ist bei Zimmertemperatur unmagnetisch, enthält also das Nickel als β-Nickel. Es wurde nun zwischen 20° und 370° sowohl für die Legirung als für reines Kupfer die specifische Wärme gemessen. Es ergab sich für die Legirung 0,1049, für das Kupfer 0,0966. Nimmt man nun an, dass die specifische Wärme der Legirung

der Mischungsregel folgt, so ergiebt sich die specifische Wärme des β-Nickels:

$$\frac{100 . 0{,}1049 - 40 . 0{,}0966}{60} = 0{,}1104 .$$

Hierauf wurden m g Nickel auf 370° erwärmt und in ein Wassercalorimeter von dem calorimetrischen Wasserwert K und der Anfangstemperatur t_1^0 gebracht, wobei das Wasser sich auf t_2^0 erwärmte. Bringt man die vorher gefundene specifische Wärme des β-Nickels in Rechnung, so ergiebt sich die Umwandlungswärme L aus der Gleichung

$$K(t_2 - t_1) = m\,C(t_3 - t_2) + m\,L, \tag{2}$$

wo

$$t_3 = 370^0,$$

oder die Umwandlungswärme

$$L = C(t_3 - t_2) - \frac{K(t_2 - t_1)}{m}.$$

In fünf Versuchen wurden die folgenden Werte für L erhalten:

4,16
4,33
4,03
5,05
4,83 Mittel = 4,48.

Die Abweichungen der einzelnen Bestimmungen voneinander sind ziemlich gross, ausserdem ist die Methode nur angenähert richtig, indem

1. die Mischungsregel für Legirungen nicht genau zutrifft;

2. nicht die specifische Wärme des β-Nickels, sondern ein zwischen dieser und der kleineren[1]) specifischen Wärme des α-Nickels liegender Wert in Rechnung zu bringen ist. Doch unterscheiden sich diese beiden Werte nur um 1—2 Proc. Nimmt man nun in Gleichung (2) C um 1 Proc. kleiner, so würde sich $L = 4{,}87$ ergeben.

Pionchon[2]) findet die latente Umwandlungswärme $L = 4{,}64$. Doch ist auf diese Uebereinstimmung nicht viel Gewicht zu

1) B. Hill, Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. 3. p. 113. 1901.
2) Pionchon, Ann. de chim. et de phys. (6) 11. p. 37. 1887

legen, weil dieser Wert abgeleitet ist aus dem Unterschied der Wärmemengen, welche das Nickel abgab, als es das eine Mal von einer etwas unterhalb, das andere Mal von einer etwas oberhalb der Umwandlungstemperatur liegenden Temperatur sich auf die Calorimetertemperatur abkühlte. Es ist aber, nach § 6, die Umwandlung bei einer Temperatur, welche wenig unter der Umwandlungstemperatur liegt, noch keineswegs vollendet.

§ 8. Nickel-Zinnlegirungen.

Auch diese erwiesen sich bei der mikroskopischen Prüfung nach der Aetzung bei der Zimmertemperatur als homogen; freies Zinn konnte nicht entdeckt werden. Sie standen in Form von Kreisringen von 5 cm Durchmesser und 1 cm Durchmesser des Querschnittes zur Verfügung. Die Ringe wurden mit einer Primär- und Secundärwicklung von gewöhnlichem, mit Seide isolirtem Kupferdraht umgeben; nur für die Legirung mit 5 Proc. Zinn musste blanker Draht mit Asbest isolirt angewandt werden, da die Umwandlungstemperatur hier zu hoch lag. Die Ringe wurden in einem Oelbade erhitzt, die Induction würde wieder ballistisch gemesssen.

Da die Ringe gegossen waren, sich also langsam abgekühlt hatten, so wurde die Umwandlungstemperatur für angelassenes Nickel in Rechnung gebracht. Folgende Ergebnisse wurden erhalten:

Zinn in Proc.	t^0 cent.	ΔT	$\frac{\Delta T}{m}$
0	340°	—	—
5	303	37°	7,4°
10	268	72	7,2
15	320	110	7,3
		Mittel	7,3°

Auch hier zeigt sich die Erniedrigung der Umwandlungstemperatur dem Gehalt an zugesetztem Metall proportional, die Erniedrigung durch 1 g Zinn in 100 g der Legirung ist 7,3°.

§ 9.

Ich stelle nun die gefundenen Ergebnisse zusammen. Umwandlungstemperatur des reinen angelassenen Nickels $t = 340^0$, ihr Wert in der absoluten Scala $T = 613^0$, latente Umwandlungswärme $L = 4,5$, Erniedrigung $\Delta T/m = \Delta T_1$, der Umwandlungstemperatur, hervorgebracht durch 1 g Kupfer in 100 g der Cu-Ni-Legirung, $10,5^0$, durch 1 g Zinn in 100 g der Sn-Ni-Legirung $7,4^0$. Nach der VAN'T HOFF'schen Formel soll sein:

$$\Delta T_1 = \frac{0,020\,T^2}{L\,M}, \tag{1}$$

oder nach Einsetzung der obigen Werte

$$\Delta T_1 = \frac{1670}{M}. \tag{1a}$$

Um die Ergebnisse auf die Formel anzuwenden, muss man also noch das Moleculargewicht des beigemengten Metalles in der Legirung kennen. Nach den Versuchen von HEYCOCK und NEVILLE[1]) über die Erniedrigung des Erstarrungspunktes des Na, Th, Sn durch Beimengung anderer Metalle sind diese in den Legirungen einatomig. Schon früher hatte G. MEYER[2]) aus den elektromotorischen Kräften von Elementen, deren Pole aus zwei Amalgamen eines Metalles von verschiedenen Concentrationen gebildet waren, abgeleitet, dass alle von ihm untersuchten Metalle (Zn, Cd, Pb, Sn, Cu, Na) in ihren Legirungen in Quecksilber einatomig seien. Die wahrscheinlichste Annahme ist nach diesen Ergebnissen, dass das Moleculargewicht M von Cu und Sn in ihren Legirungen mit Nickel gleich dem Atomgewicht jener Metalle ist.

Setzen wir demgemäss in der Gleichung (1a) für M die Atomgewichte Q des Kupfers (63,6) und des Zinns (118,8), so finden wir für

	ΔT_1 ber.	ΔT_1 beob.
Cu	$26,3^0$	$10,5^0$
Sn	14,1	7,4

Die beobachteten Werte sind also viel kleiner als die berechneten. Auch ist ΔT_1 dem Atomgewicht nicht umge-

1) C. T. HEYCOCK u. F. H. NEVILLE, Journ. Chem. Soc. 55. p. 666. 1889; Chemical News 68. p. 304. 1893.

2) G. MEYER, Zeitschr. f. phys. Chem. 7. p. 477. 1891.

kehrt proportional; wäre dies der Fall, so würde sich aus dem Cu-Wert von ΔT_1 (10,5°) der Zinnwert gleich 5,6° anstatt 7,3° ergeben.

Nimmt man die Metalle Cu und Sn als zweiatomig in den Legirungen an, so kommen die berechneten Werte von ΔT_1 den beobachteten viel näher. Es liegt indessen kein Grund für diese unwahrscheinliche Annahme vor, da die beobachteten Abweichungen sich in viel einfacherer Weise erklären lassen.

Die VAN'T HOFF'sche Formel, auf die Gefrierpunktserniedrigung bezogen, setzt nämlich voraus, dass beim Erstarren das reine Lösungsmittel ausfriert, der zugesetzte Stoff also in der übrig bleibenden Flüssigkeit gelöst bleibt. Wenn indessen beim Erstarren der gelöste Stoff teilweise mit erstarrt und mit dem erstarrten Anteil des Lösungsmittels eine feste Lösung bildet, dann wird nach der Theorie die Gefrierpunktserniedrigung kleiner, als die Formel es verlangt[1]), nämlich der Differenz der Concentrationen des zugesetzten Stoffs in dem flüssigen und festen Anteil proportional.[2]) Es sind bereits verschiedene Fälle dieser Art nicht nur bekannt, sondern auch mit der Theorie in Uebereinstimmung gefunden worden.[3])

Entsprechend ist in dem hier vorliegenden Fall die Formel (1) nur anwendbar, wenn, indem bei der Abkühlung Umwandlung von β- in α-Nickel eintritt, der zugesetzte Stoff, z. B. das Kupfer, gänzlich in dem β-Nickel gelöst bleibt. Geht aber ein Teil des Kupfers an das α-Nickel, mit diesem eine feste Lösung bildend, dann ist die Erniedrigung der Umwandlungstemperatur kleiner, als die Formel es verlangt.

Dieser Fall scheint nun in der That hier vorzuliegen, da bei der mikroskopischen Untersuchung der 20 proc. Cu-Ni-Legirung bei der Zimmertemperatur, bei welcher sie magnetisch ist, kein freies Kupfer gefunden wurde (§ 4).

Zugleich ist ersichtlich, dass aus den Ergebnissen dieser Untersuchung keineswegs gefolgert werden kann, dass die Anwendung der VAN'T HOFF'schen Formel auf den Fall des

---

1) J. H. VAN'T HOFF, Zeitschr. f. phys. Chem. 5. p. 355. 1890.

2) M. PLANCK, Zeitschr. f. phys. Chem. 2. p. 405. 1888.

3) BRUNI, Feste Lösungen, Uebersetzung von Dr. BASCH. Stuttgart 1901.

kohlenstoffhaltigen Eisens unzulässig sei. In der That scheint sich der Kohlenstoff nur in dem β-Eisen, nicht aber in dem α-Eisen zu lösen.[1])

Es wird die nächste Aufgabe sein, den Einfluss anderer Zusätze, metallischer oder nicht metallischer, auf die Umwandlungstemperatur des Nickels und der anderen ferromagnetischen Metalle zu bestimmen.

Berlin, im Mai, Physik. Institut.

---

1) J. H. van't Hoff, Rapport présenté au congrès international de Physique 2. p. 332. Paris 1900.

Ueber Kathodenstrahlen von geringem Entladungspotential; von E. Goldstein.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 9. Mai 1902.)

(Vgl. oben S. 189.)

Angeregt durch die Versuche der Herren Austin und Starke[1]) zur Auffindung einer neuen Strahlenemission von der Antikathode habe ich im Nachfolgenden einige Beobachtungen über zwei Formen Kathodenstrahlen von geringem Entladungspotential zusammengestellt, von denen ich die eine schon neulich kurz behandelt habe[2]), während die andere bisher noch nicht beschrieben worden ist. Sie bietet dadurch Interesse, dass sie eine Brücke bildet zwischen den schon bekannten Kathodenstrahlen und dem sogenannten positiven Licht.

Wenn gewöhnliche Kathodenstrahlen auf einen ursprünglich neutralen Körper fallen, so findet ausser der diffusen Reflexion auch eine Neuemission von Kathodenstrahlen statt, wie ich bereits vor längerer Zeit erwähnte[3]), indem ich zugleich die Formen beschrieb, welche die secundär ausgesandten Strahlen zeigen, wenn die bestrahlte Fläche sich innerhalb des Crookes'schen Raumes der primären Kathode befindet. Für den Fall, dass diese Fläche sich ausserhalb des erwähnten Raumes befindet, stellten E. Wiedemann und H. Ebert[4]) das Gesetz auf, dass ein enges Bündel Kathodenstrahlen an einer ebenen Platte in der Treffstelle ein neues enges Bündel hervorruft, welches bei beliebiger Incidenz des primären Bündels auf der Platte senkrecht steht. Die nähere Beobachtung zeigt allerdings, dass letztere Formulirung nur in erster An-

---

1) L. Austin u. H. Starke, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 4. p. 106. 1902.

2) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 198. 1901.

3) E. Goldstein, Anzeig. d. Wien. Akad. 1884. p. 32.

4) E. Wiedemann u. H. Ebert, Sitzungsber. d. phys.-med. Societät zu Erlangen v. 12. Dec. 1891.

näherung genau ist. Im allgemeinen bildet das neue Bündel einen schmalen Doppelkegel, dessen Strahlen von der Antikathode aus zunächst convergiren, während nur seine Axe auf der Platte senkrecht steht. — Kürzlich habe ich eine einfache Anordnung angegeben, bei der sich die secundären Bündel besonders gut erzeugen und untersuchen lassen.[1]) Für manche Versuche empfiehlt es sich, zu vermehrter Reinheit der primären Bündel an dem Kathodencylinder der damals beschriebenen Röhre noch eine zweite Einschnürung anzubringen, sodass die Versuchsröhre dann die Form der Fig. 1 gewinnt. Wie in der vorigen Mitteilung bezeichne ich die erregenden primären Bündel mit α, die secundären mit β. Die β-Bündel treten auch auf bei senkrechter Incidenz von α. Sie fallen dann mit der Bahn von α selbst zusammen, wie schon Wiedemann und Ebert l. c. bemerkten. Man kann jedoch ihre gesonderte Existenz durch die Einwirkung eines ganz schwachen Magneten nachweisen, der die beiden Bahnen trennt, indem er sie in entgegengesetztem Sinne krümmt. Dabei wird β sehr viel stärker deformirt als α. Man kann die Trennung auch dadurch bewirken, dass man dem Doppelbündel einen schwach negativ geladenen Draht (im Vacuum) nähert. Dann wird β in grossem Winkel deflectirt, während α eine kaum merkliche Ablenkung erleidet.

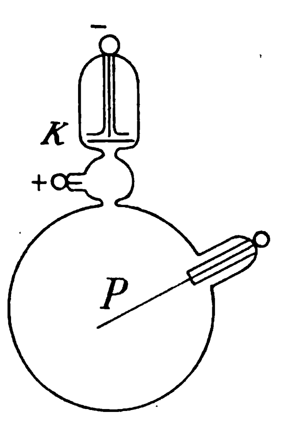


Fig. 1.

Durch diese starke Ablenkbarkeit charakterisiren die β-Strahlen sich als Strahlen, die einem sehr geringen Entladungspotential entsprechen. Leitet man der Platte P einen schwachen Zweigstrom von der Kathode zu, so gehen ausser dem durch besondere Helligkeit sich abhebenden β-Bündel noch gewöhnliche Kathodenstrahlen von der ganzen Fläche von P an beiden Seiten der Platte aus. Diese Kathodenstrahlen entsprechen in Ablenkbarkeit und allen sonstigen Eigen-

1) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 198. 1901.

schaften dem viel höheren Potential gewöhnlicher Kathoden. Es ist also nur an derjenigen Stelle von P, die von α geschnitten wird, das Entladungspotential herabgesetzt. — Aus der Annahme, dass an der Schnittstelle von α ein erheblich geringeres Entladungspotential besteht, als an der übrigen Fläche von P, lassen sich nun alle beobachteten Eigenschaften der β-Bündel erklären, wie an anderer Stelle näher gezeigt werden soll. Hier genüge die Bemerkung, dass Richtung und Form der β-Bündel bedingt sind durch die Deflexion, welche diese Strahlen geringen Potentials durch die umgebenden auf stärkerem Potential befindlichen Plattenteile erleiden. Ohne diese Deflexion würden von der als secundäre Kathode wirkenden Schnittstelle divergente Strahlen emittirt werden.

Unter verschiedenen Versuchsbedingungen variirt die Deutlichkeit und die Helligkeit des β-Bündels. Sein Hervortreten wird begünstigt durch zunehmende Verdünnung des Gases, sowie bei constanter Gasdichte durch Verstärkung des Entladungspotentials an der Kathode K. Die β-Strahlen werden ferner verstärkt durch Ableitung der bestrahlten Platte zur Erde [1]), in noch höherem Maasse dadurch, dass man einen Zweigstrom von der Kathode, etwa durch einen feuchten Faden, zu P leitet. [2])

Je kleiner der Incidenzwinkel von α ist, desto heller sind die β-Strahlen. Doch scheint der Incidenzwinkel an sich dabei keine Rolle zu spielen, sondern sein scheinbarer Einfluss hängt wohl damit zusammen, dass je kleiner der Einfallswinkel, desto kleiner auch die Schnittfläche von α mit P ist, desto

---

1) Der Angabe der Herren Austin u. Starke (Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 4. p. 114. 1902), dass das secundäre Bündel an der Antikathode nur auftritt, wenn diese isolirt ist, dass es also bei Ableitung verschwindet, liegt wohl eine Anordnung zu Grunde, bei welcher die Antikathode und gleichzeitig die Anode mit der Erde verbunden war, während in meinen Versuchen diese Verbindung nur für die Antikathode hergestellt ist.

2) Die β-Bündel bleiben auch dann noch bestehen, wenn der Strom auf Kathode und Antikathode gleichmässig verteilt wird. Dies ist von Wichtigkeit für die Erklärung von Erscheinungen, welche auftreten bei einander benachbarten Kathoden, sowie bei Einzelkathoden, deren Teile einander bestrahlen können.

grösser also in der Schnittfläche die Dichte der durch α übertragenen Ladung oder Energie. Dementsprechend wird β auch um so heller, je mehr man bei constantem Einfallswinkel das Bündel α durch anodische Condensation[1]) verengert. —

Bei relativ starken Gasdichten sind die β-Strahlen noch nicht erkennbar, auch wenn α bereits die Antikathode erreicht. Geht man nun von solchen Gasdichten — bei einer im übrigen für die Erzeugung der β-Strahlen geeigneten Anordnung mit isolirter Antikathode — abwärts, so bildet sich um die Treffstelle von α, ohne dass β-Strahlen erkennbar werden, ein etwa halbkugeliges, helles Büschel diffusen Lichtes aus, das mit abnehmender Gasdichte sich immer weiter ausdehnt. Seine Farbe ist in Luft oder Stickstoff rot. Bei kleineren Dimensionen ist es am hellsten in der unmittelbaren Nähe der Treffstelle, bei grösserer Dickenausdehnung zeigt es sich auch heller nahe um die an der Treffstelle errichtete Normale der Platte, als in grösserem Abstande davon. Das rote Licht dehnt sich allmählich wie in den Raum oberhalb der Antikathode auch entlang ihrer ganzen Fläche aus, doch liegt es der letzteren nicht unmittelbar an, sondern ist von ihr durch einen anfangs äusserst schmalen, kaum erkennbaren, lichtschwachen, bläulichen Zwischenraum getrennt, der am schmalsten an der Treffstelle ist und sich bei fortschreitender Evacuation allmählich erweitert. Es handelt sich um einen schmalen Crookes'schen Raum. Schreitet die Evacuation fort, so hebt sich erst undeutlich, dann immer heller inmitten des allseitig ausgedehnten roten Lichtes das enge blaue β-Bündel ab. Das successiv stärkere Hervortreten von β ist einerseits bedingt durch eine Helligkeitszunahme von β selbst, andererseits dadurch, dass von einer gewissen Gasdichte ab die Strahlen des diffusen roten Lichtes, obwohl immer länger, doch wieder lichtschwächer werden, bis sie schliesslich ohne besondere darauf gerichtete Aufmerksamkeit sich der Wahrnehmung entziehen, der nur das blaue β-Bündel dann sich noch aufdrängt.

Es ist bekannt, dass ein enges Bündel gewöhnlicher Kathodenstrahlen sich mit einer dicken, weit ausgedehnten Hülle von blauem Lichte umkleidet, das aus Strahlen besteht, die durch

1) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. **3.** p. 192. 1901.

Diffusion des ursprünglichen engen Bündels an den Gasteilchen erzeugt werden.[1]) Analog nun sehe ich das diffuse rote Licht, welches in der beschriebenen Weise die blauen β-Strahlen umgiebt, und sie anfangs völlig verhüllt, an als Strahlen, welche durch Diffusion der β-Strahlen an den Gasteilchen entstehen. Auch bei den gewöhnlichen Kathodenstrahlen ist die Diffusion anfangs so stark, dass die engen Bündel selbst nicht erkennbar sind; erst bei abnehmender Gasdichte, wenn die Diffusion aus verschiedenen Ursachen geringer wird, hebt das enge Bündel sich aus dem diffusen Lichte mehr und mehr heraus. Die von den β-Strahlen erzeugten diffusen roten Strahlen mögen der Kürze halber hier γ-Strahlen heissen.

Damit sind zum ersten Male in Luft bez. Stickstoff rote Kathodenstrahlen neben den bisher allein bekannten blauen nachgewiesen, und zwar ist das Rot identisch mit der Farbe derjenigen Teile des positiven Lichtes, die in Röhren, welche mit Verengungen versehen sind, sich von den Verengungen nach der Anodenseite hin in Büscheln ausbreiten. Diese Teile des positiven Lichtes, für die ich 1876 die Bezeichnung secundäres negatives Licht vorschlug[2]), gehen, wie ich schon damals zeigte, durch continuirliche Zwischenstufen über in die bekannten Schichten des positiven Lichtes. Auch die Steifigkeit der β- und γ-Strahlen nähert sich bereits der sehr geringen Steifigkeit der Strahlen des secundären negativen Lichtes.

Durch die γ-Strahlen ist der letzte noch übrig gebliebene Hiatus zwischen dem Kathodenlicht und dem geschichteten positiven Licht überbrückt. 1876 hatte ich l. c. bereits gezeigt, dass der bis dahin allseitig angenommene, von Hittorf[3]) 1869 als Schlussresultat seiner Untersuchungen über die Kathodenstrahlen gefolgerte qualitative Gegensatz zwischen dem Kathodenlicht und dem positiven Licht nicht besteht, dass vielmehr jede Schicht des positiven Lichtes aus Strahlen besteht, die gleichartig sind mit den Strahlen des Kathodenlichtes und von den letzteren sich lediglich durch die stärkere Ablenkbarkeit und

1) E. Goldstein, Wied. Ann. 67. p. 84. 1899.

2) E. Goldstein, Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1876. p. 279.

3) W. Hittorf, Pogg. Ann. 136. p. 222. 1869.

in der Farbe unterscheiden. Durch die Auffindung von Kathodenstrahlen, die in der Farbe völlig und in der Ablenkbarkeit nahezu mit positivem Licht übereinstimmen, ist auch dieser Unterschied jetzt beseitigt.

Auch in Wasserstoff stimmt die Farbe der γ-Büschel überein mit der Farbe des positiven Lichtes; ebenso ist bei Gemischen von Luft mit kohlehaltigen Gasen, bei denen je nach dem Mischungsverhältnis das positive Licht alle Uebergänge von Goldgelb bis Grauweiss zeigt, stets diese Uebereinstimmung vorhanden. —

Wie bei constantem Einfallswinkel und variirender Gasdichte findet auch bei constanter Gasdichte und variirender Incidenz ein continuirlicher Uebergang statt von dem Auftreten reiner, diffuser γ-Strahlen bis zur Erscheinung relativ reiner, enger β-Bündel. Man wird diesen Uebergang wohl so zu erklären haben, dass in allen Fällen beim Auftreffen von α-Strahlen zunächst β-Strahlen erzeugt werden, dass aber das Potential der β-Strahlen nicht immer dasselbe ist, sondern um so geringer, je höher cet. par. die Gasdichte und je schräger die Incidenz ist. Diejenigen β-Strahlen, die das kleinste Potential haben und daher sehr stark diffundirbar sind, lösen sich dann sogleich in helle γ-Strahlen auf, ohne mit ihrer eigenen Lichtfarbe erkennbar zu werden. Unter je höherem Potential sie entstehen, desto geringer wird ihre Diffusion, bis schliesslich die engen Bündel fast allein sichtbar bleiben.

Dieser Auffassung entspricht es, dass man bei der nämlichen Gasdichte am Inductorium bei geringer Stärke des primären Stromes reines γ-Licht, bei Verstärkung des primären Stromes matteres γ-Licht und ein helles β-Bündel erzielt, ebenso, wenn man bei constantem Primärstrom eine Funkenstrecke in den inducirten Strom einschaltet. Bei der Influenzmaschine kann man von γ zu β einfach durch Vergrösserung der Umdrehungsgeschwindigkeit übergehen.

Die γ-Strahlen erzeugen, wie bei ihrer starken Absorbirbarkeit zu erwarten, kein merkliches Phosphorescenzlicht an der Glaswand. Sie verhalten sich hierin also sehr verschieden von den Strahlen, die durch Reflexion der α-Strahlen (d. h. durch Diffusion der letzteren an einer festen Oberfläche) erzeugt werden. —

An verschiedenen Metallen werden unter sonst gleichen Umständen die β- und die γ-Strahlen verschieden leicht erzeugt. Stellt man wie in Fig. 2 zwei sonst gleiche Scheiben A und G aus Aluminium und aus Gold symmetrisch zu α auf, das zunächst zwischen ihnen hindurchgeht und wirft dann durch den Magneten α abwechselnd auf A und auf G, so zeigt sich, dass bei Dichten, in denen α auf Gold erst γ-Strahlen erzeugt, an Aluminium bereits deutliche β-Bündel sich zeigen. Auch

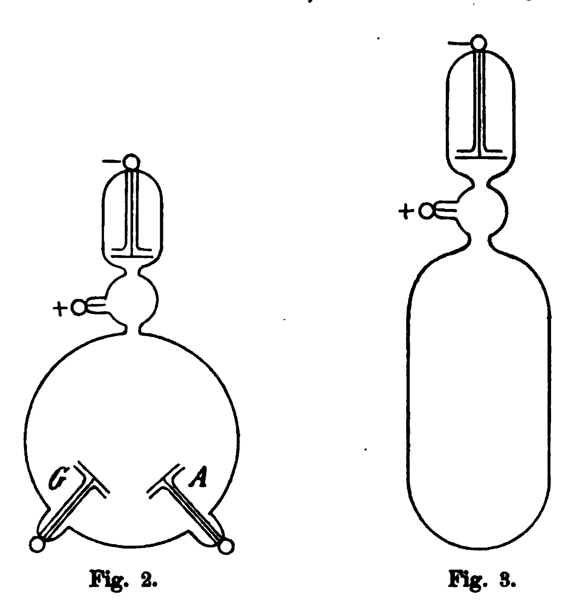


Fig. 2. Fig. 3.

an Platin sind die β-Strahlen weniger leicht hervorzurufen als an Aluminium.

Dass auch an Isolatoren, z. B. an Glimmer, durch auftreffende Kathodenstrahlen senkrechte neue Strahlen erzeugt werden, haben bereits Wiedemann und Ebert l. c. erwähnt. Auch die roten γ-Strahlen kann man an Isolatorflächen bei schräger Incidenz hervorrufen. Am einfachsten werden die secundären Strahlungen in diesem Falle erzeugt, indem man das mittels eines Magneten umgebogene Bündel α an der cylindrischen Wandung einer Röhre wie Fig. 3 unter verschiedenen Incidenzen entlang führt. Die an Isolatoren durch α erzeugten blauen secundären Strahlen entsprechen im allgemeinen einem höheren

Potential als die an Metallflächen hervorgerufenen β-Bündel. — Wie die β-Bündel, lassen die γ-Strahlen sich auch bei senkrechter Incidenz von α erzeugen. Sie treten dann bei denjenigen Gasdichten auf, die etwas oberhalb der für die Entwickelung heller β-Strahlen geeigneten Dichten liegen. Sie bilden dabei eine um α symmetrisch gelagerte sphäroidische Lichtmasse. Durch Ableitung der Antikathode zur Erde werden die γ-Strahlen nicht zerstört, sondern bei relativ starker Gasdichte in ihrer Helligkeit und Ausdehnung verstärkt, bei geringen Dichten in dem Maasse matter gemacht, als gleichzeitig durch die Ableitung β heller wird. — Bei kräftigem, sehr engem α-Bündel können die γ-Strahlen an der Antikathode auch dann auftreten, wenn sie zur Anode gemacht wird.

Erwiderung auf die kritischen Bemerkungen des Hrn. J. Stark bezüglich der Arbeit: Austin-Starke, Ueber Kathodenstrahlreflexion; von H. Starke.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 9. Mai 1902.)

(Vgl. oben S. 189.)

Hr. Austin und ich haben unlängst[1]) Versuche über die Abhängigkeit des elektrischen Stromes, welchen Kathodenstrahlen in der Erdleitung einer von ihnen getroffenen, sie teilweise reflectirenden Metallfläche erzeugen, vom Incidenzwinkel mitgeteilt. Wir zeigten, dass dieser, kurz als Reflectorstrom bezeichnete Strom bei sehr schiefem Einfall der Kathodenstrahlen positive Werte haben kann. Es ist dies ein Zeichen, dass ausser der gewöhnlichen Absorption und Reflexion noch anderweitige Vorgänge sich am Reflector abspielen. Wir erörterten die Umstände, welche Veranlassung zum positiven Strom geben könnten, und zwar ihrer drei. Erstens, es könnten + Elektricität mit sich führende Strahlen, beispielsweise Canalstrahlen, auf den Reflector treffen, welche bei schiefer Incidenz vorwiegend zur Geltung kämen; zweitens könnte eine zwischen Reflector und Auffänger, die in der Regel aus verschiedenen Metallen bestehen und sich in leitendem Gas befinden, bestehende Volta'sche Spannungsdifferenz den + Strom erzeugen. Die Verfasser glaubten und glauben noch, wie ich im Folgenden zeigen will, die Erklärungen 1. und 2. ausgeschlossen zu haben, sodass nur eine weitere Erklärung noch möglich bleibt. Da wir keine andere wissen, so nahmen wir

---

1) L. Austin u. H. Starke, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 4. p. 106. 1902.

als Erklärung des + Stromes an, dass über den Vorgang der Reflexion sich eine Emission negativ geladener Teilchen bez. Strahlen lagert.

Hr. J. Stark hat im vorigen Heft der Verhandlungen eine Mitteilung veröffentlicht, in welcher er an den Schlüssen, welche wir aus unseren Experimenten gezogen haben, eine eingehende Kritik ausübt und uns in mehreren Punkten unrichtige bez. nicht logische Folgerungen nachzuweisen glaubt. Zweck der folgenden Ausarbeitung, welche ich, da Hr. Austin augenblicklich im Auslande weilt, allein unternommen habe, ist es, teils die Unrichtigkeit, teils die Unwahrscheinlichkeit der Einwendungen des Hrn. Stark zu zeigen.

I. Beweisführung für Kleinheit des Voltastromes.

Bezüglich des Einflusses des Voltaeffectes behauptet Hr. Stark, wir hätten dessen Einflusslosigkeit nicht bewiesen, im Gegenteil zeigten gewisse Zahlen (vgl. p. 172), dass sein Einfluss gross sei.

Es handelt sich hier um zwei zu trennende Fragen, wie Hr. Stark schon hervorhebt:

1. Reicht der Voltaeffect zur Erklärung des + Stromes aus? Diese Frage ist, wie uns auch von Hrn. Stark zugegeben wird (p. 177 unten), mit einem bestimmten Nein zu beantworten.

2. Hat der Voltaeffect eine solche Grösse, dass er die von uns erhaltenen Zahlen störend beeinflussen kann? Hr. Stark sagt ja, wir nein, und er wirft uns vor, wir hätten unser Nein bezüglich dieser Frage nicht bewiesen. Ich gehe auf die einzelnen seiner Argumente ein:

Zunächst erklärt Hr. Stark es für den „einfachsten Weg“, diesen Streitpunkt zu erledigen, indem man die Volta'sche Spannungsdifferenz misst und sie durch Gegenschaltung einer gleichen Spannung compensirt. Dies wäre ja sehr schön, wenn uns Hr. Stark nur angeben möchte, wie man so etwas machen muss. Mir ist keine Methode dafür bekannt. Die Methode des Hrn. Arrhenius, einfach zwei Sonden in das bestrahlte Gas einzusetzen, hat nicht die geringste Beweiskraft für das Vorhandensein einer Volta'schen Spannungsdifferenz. Wenn

man die beiden aus verschiedenem Metall bestehenden Sonden mit den Quadrantenpaaren eines Elektrometers verbindet, so muss dieses eine Spannungsdifferenz anzeigen, weil sich verschiedene bestrahlte Metalle verschieden hoch aufladen infolge ihres verschiedenen Reflexionsvermögens. Die in unserer Arbeit angegebenen Tabellen für Zink und Platin zeigen dies. Ein Draht, auf welchen die Strahlen unter allerhand Incidenzwinkeln auffallen, ladet sich nicht so hoch auf, wie eine Platte bei normaler Incidenz. Wenn man ferner die beiden Sonden durch ein Galvanometer miteinander verbindet, so muss dieses einen Strom anzeigen. Dieser Strom erklärt sich aber schon aus der verschiedenen Absorption und ist nicht für einen Voltaeffect beweisend.

Dass wir demgemäss die directe Beweisführung für Kleinheit des Voltaeffectes nicht versuchten, ist erklärlich.

Unsere indirecten Beweise für das Fehlen des Voltaeffectes oder wenigstens dafür, dass ein solcher nicht in Betracht kommt, führe ich noch einmal kurz an, um Hrn. Stark entgegnen zu können:

a) Wir haben gefunden, dass die Grösse des positiven Effectes mit der Dichte Hand in Hand geht, für etwa gleich schwere Metalle auch die gleiche ist. Dies gilt, gleichviel, ob das betreffende Metall am einen oder am anderen Ende der Spannungsreihe sich befindet. Das mit Eisen oder Kupfer etwa gleich schwere Zink zeigt ganz den erwarteten positiven Effect, obgleich die Voltaspannung einen negativen Strom in das Galvanometer schicken, also den positiven Effect verkleinern müsste. Ebenso zeigt Messing ganz den gemäss seiner Dichte zu erwartenden + Effect, trotzdem keine Voltadifferenz bestehen sollte. Daraus ist zwar nicht zu schliessen, dass der Voltaeffect fehlt, aber doch, dass er nur sehr klein sein, und dass nicht, wie Hr. Stark meint, „sein Anteil ein ganz bedeutender sein kann“.

b) Noch mehr wie der eben angegebene beweist, wie wir sagten, ein weiterer Grund, nämlich der, dass der + Effect cet. par. vom Gasdruck vollkommen unabhängig ist. Wir setzten bei der Angabe dieses Beweisgrundes stillschweigend als selbstverständlich voraus, dass der Voltastrom, der als Leitungsstrom an die Existenz des Gases gebunden ist, vom Gasdruck ab-

hängig sein muss, d. h. dass das Leitungsvermögen des durchstrahlten Gases mit steigendem Druck zunimmt. Dies erklärt Hr. Stark für falsch und zwar aus folgender Ueberlegung heraus. Die Leitfähigkeit, die das Gas infolge der durch die Bestrahlung erzeugten Ionen erhält, ist gegeben als $\lambda = n\,\varepsilon(v_+ + v_-)$. Bei höherem Druck ist zwar n, die Anzahl der Ionen, grösser, aber die Summe ihrer Geschwindigkeiten $(v_+ + v_-)$ muss kleiner sein, es kann daher wohl möglich sein, dass ein solches λ und damit auch ein Strom infolge einer vorhandenen Voltadifferenz wohl vorhanden, aber nicht mit dem Gasdruck veränderlich ist. In Stark'scher Ausdrucksweise wäre demnach aus $\partial J_v / \partial p = 0$ noch nicht zu folgern $J_v = 0$.

Die Streitfrage wegen Kleinheit des Voltaeffectes wird demnach zu unseren Gunsten entschieden sein, wenn wir beweisen können, dass die Leitfähigkeit des Gases sich mit dem Druck ändert. Durch unsere experimentelle Erfahrung auf diesem Gebiet erschien uns dies so selbstverständlich, dass wir diesen Beweis nicht angaben. Es mag dies wohl ein Fehler gewesen sein, und der Beweis für Kleinheit des Voltaeffectes dadurch eine Lücke haben. Ich beeile mich, dieselbe auszufüllen. Die Leitfähigkeit des durchstrahlten Gases ändert sich in der That stark mit dem Gasdruck, sie nimmt mit ihm in bedeutendem Maasse ab. Dies zeigt sich erstens daran, dass mit steigender Verdünnung der Einfluss einer künstlich an den Reflector angelegten Spannung immer mehr abnimmt, ein Umstand, den wir nicht erwähnt hatten. Wir beobachteten gelegentlich eine solche Abnahme bis auf den zehnten Teil ihres Wertes, wenn der Druck so verringert wurde, dass das Entladungspotential von 6000 auf 14000 Volt stieg.

Man sieht ferner diese Abnahme der Leitfähigkeit des Gases, auf welche übrigens auch J. J. Thomson[1]) bereits aufmerksam macht, an Zahlen, welche ich in meiner ersten Arbeit über Kathodenstrahlreflexion p. 54 über die Aufladung eines Metallbleches durch Kathodenbestrahlung bei verschiedenen Drucken angegeben habe. Die Zahlen zeigen, wie diese Aufladung stetig mit steigender Verdünnung wächst, weil, wie ich dort direct angebe, die Leitung im Gas abnimmt. Der Fall,

1) J. J. Thomson, Phil. Mag. (5) **44.** p. 293. 1897.

dass die mit steigendem Druck eintretende Vergrösserung der Ionenzahl gerade durch die verminderte Beweglichkeit derselben compensirt wird, der, wenn auch sehr merkwürdig und unwahrscheinlich, so doch immerhin nicht ganz ausgeschlossen wäre, tritt also nicht ein.

Damit fällt der Einwand des Hrn. Stark gegen die Beweiskraft unserer Behauptung:

Der Voltaeffect ist von vernachlässigbarer Grösse und kann keine Fälschung der Zahlen, welche für die Kathodenstrahlreflexion von uns gegeben sind, bewirken.

Wir halten daher diese Behauptung durchaus aufrecht.

Aber nicht nur mit dem Druck ändert sich die Leitfähigkeit im durchstrahlten Gase, sondern auch mit der Natur des bestrahlten Metalles. Mit der Grösse seines Reflexionsvermögens nimmt nämlich auch die Leitfähigkeit des den Reflector umgebenden Gases zu. Dies ist natürlich, weil ja bei stärker reflectirendem Metall das Gas von stärkerer Strahlung durchsetzt, also mehr ionisirt wird. Diesen Umstand haben wir auf p. 110 der von Hrn. Stark angegriffenen Mitteilung erwähnt, ebenso wie den, dass auch bei ein und demselben Metall das Gas in um so höherem Grade leitend wird, je schiefer die Kathodenstrahlen auftreffen. Auch dies erklärt sich aus dem Umstand, dass das Gas um so stärker durchstrahlt ist, je grösser die Neigung des auf die Metallfläche treffenden Strahlenbündels gegen diese ist.

Diese experimentelle Beobachtung widerlegt eine von Hrn. Stark in seiner Erwiderung p. 171 ausgesprochene Behauptung, dass bei einem gegebenen Gasdruck der Voltastrom J_v als unabhängig vom Einfallswinkel betrachtet werden kann. Hier möchte ich meinerseits Hrn. Stark einen Fehler nachweisen. Hr. Stark unterscheidet an der erwähnten Stelle nicht zwischen der Voltaspannung und dem durch dieselbe bewirkten Strom. Erstere mag unabhängig sein, letzterer wäre es auf keinen Fall, es besteht daher nicht die Beziehung $dJ_v/d\alpha = 0$. Es hat dies übrigens auf unsere eigentlichen Streitfragen gar keinen Einfluss und sei nur nebenbei bemerkt.

Ich glaube hiermit gezeigt zu haben, dass unsere Beobachtungen den Beweis für Fehlen des Voltastromes erbracht haben, oder wenigstens dafür, dass er in Messungen beschriebener Art keinerlei störenden Einfluss hat. Da unsere Beobachtungen aber zeigen, dass Spannungen von der Grössenordnung von 2 Volt bereits Einfluss auf den Reflectorstrom besitzen, so ist dies ein Zeichen dafür, dass eventuell vorhandene Volta'sche Spannungsdifferenzen gegen 2 Volt nicht in Betracht kommen. Ich gehe daher noch einen Schritt weiter und bestreite überhaupt das Vorhandensein einer solchen Voltadifferenz in einem hier merklichen Betrage.

II. Beweisführung für das Vorhandensein einer secundären Emission.

Nun zu den weiteren Angriffen des Hrn. Stark. Wir schlossen: Existirt keine positive Strahlung, welche den Reflector trifft, existirt ferner kein Voltaeffect, so bleibt nur der Erklärungsweisen für den + Strom dritte: eine Emission. Hr. Stark sagt, das sei nicht logisch. Es sei da auch noch eine andere Wirkung möglich, welche wenigstens teilweise den positiven Strom entstehen lassen könne, und als solche Wirkung giebt er an ein Entstehen einer Potentialdifferenz infolge eines Gefälles der Ionenconcentration im Gase. Nun, es mag schon sein; andere finden vielleicht noch andere Effecte; wir hätten wohl nicht sagen müssen: Resultat ist, die Abgabe negativer Elektricität vom Reflector ist Folge einer secundären Emission, sondern hätten hinzufügen müssen: „vielleicht" oder „wahrscheinlich".

Ich möchte letzteres Wort dafür wählen; denn die Erklärung durch eine Ionendiffusion will mir aus denselben Gründen nicht recht glaublich scheinen, die auch die Abwesenheit des Voltaeffectes beweisen. Die elektromotorische Kraft des Ionenconcentrationsgefälles wie auch der von ihr erzeugte Strom würden vom Gasdruck abhängig sein müssen.

Wir werden also unser obiges Schlussresultat mit dem Zusatz „wahrscheinlich" beibehalten.

Wir sagten ferner: die Emission ist angeregt durch die auftreffenden primären Kathodenstrahlen, denen wir also eine

ähnliche Wirkung wie dem ultravioletten Licht zuschreiben. Wir haben uns vorläufig absichtlich einer Angabe unserer Vorstellung über die Art dieser Wirkung enthalten, ob durch den Stoss der Kathodenstrahlteilchen weitere Ionen losgetrümmert werden, oder ob nicht die Kathodenstrahlen primär wirken, sondern erst die entstehenden Röntgenstrahlen. Das sind ja Fragen, die man nicht ohne weiteres entscheiden kann, welche wir uns aber auch vorgelegt hatten. Hr. Stark glaubt sie aber erörtern zu sollen und erwähnt dabei noch eine dritte Entstehungsart des Verlustes negativer Elektricität durch eine Erscheinung, die uns unbekannt ist, nämlich durch ultraviolettes Licht, welches an der Auftreffstelle der Kathodenstrahlen auf dem Metall erzeugt werden soll. Ich kenne diese Erscheinung nicht, und glaube auch nicht an ihre Existenz. Auch sichtbares Licht wird nie von einer solchen Auftreffstelle geliefert, wenn der Reflector nicht etwa glüht oder seine Oberfläche durch phosphorescirende Substanzen, wie Fett, verunreinigt ist.

Ferner bemängelt (p. 179) Hr. Stark „die Art, in welcher wir die hypothetische secundäre Emission mit Eigenschaften ausstatten“.

Wir hatten gefunden: Bei senkrechter Incidenz kann sein, welcher Druck, welches Entladungspotential es will, das Metall kann aufs Feinste polirt oder rauh sein, man erhält immer denselben Wert der Grösse, die wir als Reflexion bezeichnet haben, nämlich des Quotienten aus Reflectorstrom und gesamter Elektricitätsmenge, die pro Zeiteinheit auf den Reflector auftrifft (gemessen beispielsweise, indem man den Reflector schnell durch einen Faraday'schen Cylinder ersetzt). Bei schiefer Incidenz ändert sich dieser Quotient stark mit Entladungspotential und mit der Güte der Politur. Was liegt näher als anzunehmen: Da sind zwei Effecte, einer (Reflexion) unabhängig von den genannten Factoren, der andere (Emission) davon abhängig; letzterer bei senkrechter Incidenz fortfallend. Ganz gewiss, wir geben Hrn. Stark zu, diese Annahme ist nicht zwingend. Er hat ganz recht, wenn er uns einwendet: Ja, bei senkrechter Incidenz ist die Reflexion unabhängig von Politur etc., und bei schiefer Incidenz sind sicherlich zwei oder mehr Effecte vorhanden. Daraus folgt aber noch nicht, dass diese weiteren Effecte allein bei schiefer Incidenz sich

mit der Politur etc. verändern; bei schiefer Incidenz kann ja auch die Reflexion sich anders verhalten, als bei senkrechter, indem sie zwar im letzteren Fall unabhängig, im ersteren aber mit den genannten Factoren (Politur, Entladungspotential) veränderlich sein könnte. Hr. Stark hat ganz recht, indem er hervorhebt, dass unser Schluss nicht der allein streng zu folgernde ist, sondern dass der eben genannte auch noch möglich ist. Ich möchte hiergegen aber bemerken, dass wir diesen letzteren Schluss von vornherein für physikalisch so unmöglich gehalten haben, dass wir ihn überhaupt nicht in Betracht zogen. Warum sollte denn ein Reflexionsvorgang, welcher bei senkrechter Incidenz vollständig unabhängig von der Beschaffenheit der Oberfläche ist, schon bei geringer Schiefe der Incidenz auf einmal sich so stark abhängig erweisen? Ich glaube, wir können nach dem bisherigen in aller Gewissensruhe den Satz aufrecht erhalten:

Es spielen sich zwei Vorgänge ab, die wir als Reflexion und Emission bezeichnen. Der eine Vorgang, vermutlich die Reflexion, ist unabhängig von der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen, d. h. dem Entladungspotential, und unabhängig von der Güte der Politur. Der andere Vorgang, die Emission, ist mit den genannten Dingen veränderlich.

Aus diesem Satz folgt dann mit Notwendigkeit der weitere:

Der veränderliche Vorgang verschwindet bei senkrechter Incidenz.

III. Beweisführung für die Abwesenheit des positiven Effectes bei senkrechter Incidenz.

Unsere Beweisführung für diesen Satz erklärt Hr. Stark im Abschnitt 8 seiner „kritischen Bemerkungen“ für unzulänglich. Er hat dort unsere Beobachtungen in eine mathematische Form gebracht und behauptet, dass aus den von ihm aufgestellten Gleichungen bez. Ungleichungen unsere Folgerung auf Verschwinden des positiven Effectes bei senkrechter Incidenz nicht zu ersehen sei. Ich möchte ihm jetzt zeigen, dass dies doch ganz einfach ist.

Vorher bemerken will ich noch, dass Hr. STARK unsere mit I., II, etc. bezeichneten Angaben als lauter einzelne Beweise ansieht. Er spricht von Beweis I etc. Das ist nicht der Fall, wir bezeichnen diese Absätze als „die diese Behauptung bekräftigenden Beobachtungen“. Diese sollen in ihrer Gesamtheit Beweiskraft haben, nicht jede für sich. Ich muss hier etwas genau auseinandersetzen, was wir gesagt haben, weil Hr. STARK in seiner Notiz sich sehr wortklauberisch zeigt. Darauf aufmerksam mache ich aber jetzt, dass bereits die Abschnitte III und V jeder für sich unseren Satz beweisen. Dies soll im Folgenden gezeigt werden.

Wir verstehen unter R', R'' die Quotienten $\frac{\text{Reflectorstrom}}{\text{Gesamtstrom}}$ für zwei Metalle, dann folgt, wie Hr. STARK angiebt, aus unseren Beobachtungen sub II folgendes:

$$\frac{\partial}{\partial c}\left(\frac{R'}{R''}\right) = 0 \quad \text{für} \quad \alpha = 0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial c}\left(\frac{R'}{R''}\right) \lesseqgtr 0 \quad \text{für} \quad \alpha > 0, \tag{2}$$

ferner folgt aus den Beobachtungen, die wir unter V. p. 122 unserer Arbeit mitteilen:

$$\frac{\partial R'}{\partial c} = \frac{\partial R''}{\partial c} = 0 \quad \text{für} \quad \alpha = 0. \tag{3}$$

Dagegen ist:

$$\frac{\partial R'}{\partial c} \gtrless 0 \quad \text{und} \quad \frac{\partial R''}{\partial c} \gtrless 0 \quad \text{für} \quad \alpha > 0. \tag{4}$$

Wir brauchen nur Gleichung (3), um zu dem von uns gewünschten Ziel zu gelangen, die wir, da sie für alle Metalle gilt, schreiben können

$$\frac{\partial R}{\partial c} = 0 \quad \text{für} \quad \alpha = 0.$$

R setzt sich zusammen aus positivem Effect und Absorption, welche entgegengesetzt gerichtete Ströme liefern,

$$R = P - J_a.$$

Es ist also:

$$\frac{\partial (P - J_a)}{\partial c} = 0 \quad \text{für} \quad \alpha = 0,$$

oder:

$$P - J_a = \text{const. bezüglich } c \text{ für } \alpha = 0,$$

das heisst nichts anderes als:

Wenn bei senkrechter Incidenz der eine der beiden Vorgänge sich mit der Geschwindigkeit c der Kathodenstrahlen ändert, so muss es der andere auch und zwar so, dass die Differenz der beiden Effecte eine constante Grösse hat.

Das ist die strenge mathematische Consequenz, die aber erst in einem Specialfall physikalische Bedeutung hat. Dieser ist durch $P =$ const. und $J_a =$ const. gegeben. Dies hat die Bedeutung: Wir haben zwei Effecte, welche bei senkrechter Incidenz beide unabhängig von der Geschwindigkeit sind. Bei schiefer Incidenz sind beide oder ist einer von ihnen mit derselben sich verändernd.

Dieses streng folgende Resultat unterscheidet sich von dem von uns angegebenen eigentlich nur formell. Wir haben eben nur den ganzen, bei senkrechter Incidenz unveränderlichen Effect, d. h. die Summe von $P =$ const. und $J_a =$ const., als einen angesprochen und mit Reflexion bezeichnet. Daraus folgt dann der andere Effect gleich Null.

Ich möchte Hrn. Stark daher sehr widersprechen, wenn er als allgemein hinstellt: „Aus dem Nullwert des Differentialquotienten darf man doch nicht auf die Constantenwerte der einzelnen additiven Teile einer Function schliessen." In der Physik darf man dies sehr wohl, wenn nämlich jeder andere Schluss zu physikalisch unmöglichen Dingen führt. Hr. Stark darf da gar nicht sagen „selbst zugegeben, dass $\partial J_a / \partial c = 0$ ist"; es ist da nichts zuzugeben, sondern es ist so. Jeder andere Fall ist physikalisch undenkbar.

Genau dasselbe gilt in noch verstärktem Maasse für das von Hrn. Stark bezüglich Punkt III auf p. 181 gesagte. In seiner dortigen Bezeichnungsweise folgt aus unseren Beobachtungen:

$$\frac{\partial R}{\partial \mu} = \frac{\partial (P - J_a)}{\partial \mu} = 0 \quad \text{für} \quad \alpha = 0.$$

Hieraus folgt $P - J_a =$ const. bezüglich μ; d. h. wenn die Güte der Politur sich ändert, so ändern sich P und J_a so, dass ihre Differenz constant ist. Dies hat gar keinen physikalischen Sinn; man muss daher die beiden Grössen P und J_a für sich als constant ansehen, natürlich nur für $\alpha = 0$, d. h. senkrechte Incidenz. Dies ist das gleiche Resultat bezüglich μ, wie das aus IV. bezüglich c gefolgerte, d. h. es müssen sich auch bezüglich der Politur die beiden ihrer Natur nach ganz verschiedenen Vorgänge gleich verhalten, in der Weise, dass sie bei senkrechter Incidenz von ihr unabhängig, bei schiefer Incidenz mit ihr veränderlich sind. Dies ist unwahrscheinlich, und mir scheint unsere Folgerung, die als zweite noch einzig mögliche übrig bleibt, nämlich dass es zwei Effecte giebt, deren einer immer von der Politur unabhängig, deren anderer immer von ihr abhängig ist, die einzig annehmbare zu sein. Letzterer muss dann bei senkrechter Incidenz verschwinden.

Die von uns sub IV mitgeteilten Beobachtungen sind, soweit sie nicht sich auf das Verhalten des Reflectorstromes bezüglich des Entladungspotentiales beziehen, d. h. mit denen sub II identisch sind, für sich allein nicht beweisend für unseren Schluss auf Verschwinden des positiven Effectes bei senkrechter Incidenz. Sie können aber als wesentliche Stützen für ihn angesehen werden. Diese Beobachtungen zeigen, dass man nur bei senkrechter Incidenz für das aus dem Verhältnis der Reflectorströme bestimmte Verhältnis der Reflexionsvermögen zweier Metalle den gleichen Wert erhält, als wenn man dasselbe aus den in einem Faraday'schen Cylinder aufgefangenen reflectirten Mengen ermittelt. Dieser Wert ist als vom Entladungspotential vollständig unabhängig gefunden im Bereich 3000—30000 Volt. Sobald schiefe Incidenz stattfindet, sind die nach beiden Methoden erhaltenen Werte total verschieden und beide Werte, besonders aber der aus den Reflectorströmen erhaltene, sehr stark mit dem Entladungspotential veränderlich. Diese Beobachtungen führen zwar nicht zwingend auf ein Fehlen des positiven Effectes bei senkrechter Incidenz, finden aber hierdurch ihre einfachste Erklärung.

IV. Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen.

Zum Schluss sei auf den Punkt eingegangen, den Hr. Stark an die Spitze seiner Notiz stellt, nämlich auf die Frage nach der Abhängigkeit des Reflexionsvermögens bei senkrechter Incidenz vom Entladungspotential, d. h. von der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen. Hr. Stark hat aus gewissen Vorstellungen über die Natur des Reflexionsvorganges den Schluss gezogen, dass eine gewisse Abhängigkeit existiren müsse, in der Art, dass mit steigendem Entladungspotential die Reflexion erst zu- dann abnimmt bis zu einem gewissen constanten Grenzwert. Wenn Hr. Stark meint, wir hätten hiergegen etwas einzuwenden, so befindet er sich in einem Irrtum, den wir durch die Bemerkung auf p. 125 unserer gedruckten Mitteilung allerdings verschuldet haben können. Nicht gegen die Theorie wollten wir mit dieser Bemerkung Einspruch erheben, sondern nur gegen die Erörterungen, welche Hr. Stark an einige der Messungsreihen in der einen meiner früheren Arbeiten knüpft. Wir geben auch direct an, dass wir Unabhängigkeit vom Entladungspotential „innerhalb der Werte 3000—30000 Volt“ gefunden hätten; es lag uns also ganz fern „extrapoliren“ und deswegen auf eine Ungültigkeit der Stark'schen Theorie schliessen zu wollen, deren Resultat sich ja unter 3000 Volt noch bewahrheiten könnte. Unsere Bemerkung sollte sich nur gegen die Angabe des Hrn. Stark auf p. 163 im dritten Jahrgang der Physikalischen Zeitschrift richten, dass er bei genauerer Betrachtung meiner Zahlen aus denselben eine Abnahme des Reflexionsvermögens mit wachsender Elektrodenspannung gefunden hätte. Diese Abnahme führt er dort in einem sehr günstigen Maassstabe in Curven aus. Einen solchen vergrösserten Maassstab darf man aber nicht auf diese Beobachtungen anwenden. Die Abweichungen, welche Hr. Stark da graphisch aufträgt, sind als innerhalb der Fehlergrenzen liegend zu betrachten; die Punkte, welche auf einer Verticalen liegen, sind ausserdem ganz gleichberechtigt und es dürften Curven nicht aus den einzelnen Messungsreihen, sondern höchstens aus den aus denselben gezogenen Mittelwerten gezeichnet werden. Wenn ein geringfügiger Gang in

den Zahlen der einzelnen Tabellen noch zu erkennen ist, so liegt dies daran, dass der gleichen Sinn zeigende, viel grössere Gang in den Quotienten C_1/Q_0 und C_2/Q_0 noch nicht vollständig eliminirt ist. Unsere neuen Beobachtungen haben uns nun in einem über viermal so grossen Intervall schon von 3000 Volt an vollkommene Unabhängigkeit gezeigt. Deshalb glaubten wir die STARK'sche Auslegung meiner Zahlenwerte zurückweisen zu müssen.

Resultat:

Ich sehe mich nicht veranlasst, irgend eine der von Hrn. AUSTIN und mir aufgestellten Behauptungen zurückzuziehen.

Berlin, Physik. Inst. d. Univ.

Bemerkung zu dem „Nachruf für Johannes Pernet“ von M. Thiesen; von Prof. W. Foerster (Berlin).

(Vorgelegt in der Sitzung vom 9. Mai 1902.)
(Vgl. oben S. 189.)

In dem von Hrn. Prof. THIESEN verfassten, in Nr. 7 des laufenden Jahrganges der Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft veröffentlichten Nachruf für JOHANNES PERNET ist des internationalen Maass- und Gewichtsinstitutes und des mit der Oberleitung dieses Institutes betrauten internationalen Comités in einer Weise Erwähnung geschehen, welche mich, als den gegenwärtigen Vorsitzenden dieses Comités, zwingt, zu einer kurzen Erwiderung das Wort zu erbitten.

Wir nehmen es nicht allzu schwer, dass Hr. Prof. THIESEN, in der starken Bewegung über den Tod seines nahen Freundes und in der schmerzlichen Erinnerung an viele Lebensnot desselben, den Austritt von PERNET aus dem internationalen Institute, das ihm recht viel zu verdanken hatte, allzu einseitig zu Ungunsten des leitenden Comités beurteilt. Es geht nur viel zu weit, wenn er dabei dem damaligen geschäftsführenden Secretär des Comités, ohne ihn zu nennen, vorwirft, er habe „das Comité, ohne seine decorative Spitze zu bilden, mit einer diplomatischen Kleinkunst geleitet, der man zwar die Achtung, aber nicht die Bewunderung versagen dürfe“.

Gegen diese nicht im Tone subjectiver Empfindungen, sondern mit dem Anschein einer gewissen richterlichen Competenz ausgesprochene Achtungsversagung muss unsererseits Einspruch erhoben werden.

In seiner 26jährigen Thätigkeit als Secretär des internationalen Comités hat sich Prof. ADOLF HIRSCH (Neuchâtel) die Hochachtung und Freundschaft aller seiner Collegen und Mitarbeiter in einem Grade erworben, für welchen die Nekrologe in den Procès-Verbaux des Comités vom Jahre 1901 — seinem

Todesjahre — lebhaftes Zeugnis und objectiv geschichtliche Grundlagen geben.

Hr. Prof. THIESEN hat übrigens selber mit anerkennenswerter Wahrheitsliebe auf eine Eigentümlichkeit von PERNET hingewiesen, die mehr oder minder sehr vielen mit höchster Hingebung arbeitenden wissenschaftlichen Männern anhaftet, und die auch die einfachste und menschlichste Erklärung des Kernpunktes seiner Conflicte mit dem Comité enthält.

Er konnte, sagt THIESEN von PERNET, zur Verzweiflung anderer eine angefangene Sache jahrelang liegen lassen.

Und das, gegenüber von 21 Regierungen verantwortliche Comité durfte dies leider, auch bei grösster Pietät für den trefflichen Forscher, nicht mitmachen.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 10.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 30. Mai 1902.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 25. Mai 1902 erfolgten Tode ihres langjährigen Mitgliedes des Herrn

Gustav v. Hansemann,

zu dessen ehrendem Gedächtnis sich die Mitglieder von ihren Sitzen erheben.

Hr. F. **Neesen** macht eine

Mitteilung über Vorschläge einer vom Ausschuss des elektrotechnischen Vereins niedergesetzten Commission in Betreff einheitlicher Bezeichnungen.

Hr. E. **Goldstein** hält sodann einen von zahlreichen Demonstrationen begleiteten Vortrag

über die Canalstrahlen-Gruppe.

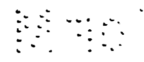
Ueber die Canalstrahlen-Gruppe;
von E. Goldstein.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 30. Mai 1902.)

(Vgl. oben S. 227.)

Von einer Canalstrahlen-Gruppe wird man sprechen dürfen, insofern, wie gezeigt werden soll, mehrere Strahlungsformen existiren, die eine Anzahl charakteristischer Eigenschaften unter sich und mit den eigentlichen Canalstrahlen gemeinsam haben, während sie in anderen Beziehungen sich wieder verschieden verhalten. Als eigentliche Canalstrahlen seien dabei diejenigen Strahlen bezeichnet, die bei einer lumensperrenden mit kleinen Löchern oder engen Schlitzen versehenen Kathode an der von der Anode abgekehrten Seite auftreten, und bei Löchern schmale Kegel, bei Schlitzen Lichtbänder von geringer Strahlendivergenz bilden. Wenn auch zu vermuten ist, dass es schliesslich gelingen werde, die sämtlichen Glieder dieser Strahlengruppe unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zusammenzufassen und ihre Verschiedenheit auf eine nur quantitative Abstufung zurückzuführen, so scheint es mir im Interesse der ferneren Untersuchung doch zweckmässig, die Einzelglieder in der Beschreibung noch nicht zusammenzuwerfen, sondern neben den Aehnlichkeiten auch ihre Unterschiede im Auge zu behalten.

Die eigentlichen Canalstrahlen breiten sich nach dem Hervortreten aus den Kathodenöffnungen geradlinig aus, und zwar bei einer lumensperrenden Kathode nach der von der Anode abgekehrten Seite; sie sind durch geringe magnetische oder elektrostatische Kräfte nicht erkennbar abzulenken. Bei einer planparallelen, mehrfach durchlochten oder mehrfach ge-



schlitzten Platte bilden die einzelnen Bündel im allgemeinen ein unter sich und gegen die Axe der Platte convergirendes System. Ihre Farbe ist in Wasserstoff rosa, in Luft oder Stickstoff bläulich.[1]) An der Glaswand, überhaupt an natriumhaltigen Verbindungen erregen sie goldgelbes Licht, an lithiumhaltigen Substanzen rotes, an Magnesiumverbindungen grünes Licht. In allen drei Fällen tritt dabei das Linienspectrum des betreffenden Metalles auf.

Nahe verwandt mit den eigentlichen Canalstrahlen sind diejenigen Strahlen, welche an durchbrochenen wie an undurchbrochenen Kathoden erkennbar werden, wenn man die gewöhnlichen Kathodenstrahlen durch einen Magneten zur Seite biegt. Sie breiten sich nicht nach der Rückseite, sondern bei einer sperrenden Kathode nach der Anodenseite aus. Gegen den Magneten und elektrostatische Kräfte sind sie nicht empfindlicher als die eigentlichen Canalstrahlen. In Wasserstoff sind sie rosa, in Luft erscheinen sie goldgelb (vgl. hierzu p. 240). Sie erregen Natrium-, Lithium- und Magnesiumlicht. Wie die Canalstrahlen breiten sie sich geradlinig aus, bilden aber bei einer ebenen Platte ein mässig divergentes Bündel, und haben im allgemeinen nahe die Richtung der gewöhnlichen, von äusseren Kräften nicht beeinflussten Kathodenstrahlen, die von der nämlichen Fläche ausgehen. Ihre Richtung gegen die Kathode wie der Sinn ihrer Ausbreitung wird durch die Form und die Lage der Schattenräume bezeugt, die feste Körper in ihnen entwerfen.[2]) Sie mögen zur Abkürzung weiterhin K_1-Strahlen heissen.

Endlich zeigt auch die erste Schicht des Kathodenlichtes, deren Verhalten ich kürzlich näher charakterisirt habe[3]), Aehnlichkeiten und enge Beziehungen mit den Canalstrahlen dergestalt, dass die Annahme entstehen konnte, die Canal-

1) Der gewöhnliche Eindruck, dass die Canalstrahlen in Luft goldgelb sind, beruht auf der Wirkung einer weiter unten behandelten Strahlenform.

2) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 207. 1901.

3) E. Goldstein, l. c. 4. p. 64. 1902.

strahlen seien identisch mit der ersten Schicht und nichts weiter als durch die Oeffnungen der Kathode unverändert hindurchtretende Teile der ersten Schicht.

Demgegenüber hat sich ergeben[1]), dass die erste Schicht aus Strahlen besteht, die ausserordentlich sensibel sind gegen Einwirkungen, denen gegenüber die Canalstrahlen sehr unempfindlich sind. Eine völlige Identificirung beider erscheint hiernach ausgeschlossen. Die Strahlen der ersten Schicht mögen abgekürzt weiterhin S_1-Strahlen heissen.

Die S_1-Strahlen haben enge Beziehungen auch zu den K_1-Strahlen. Denn wenn die Helligkeit der S_1-Strahlen an verschiedenen Teilen einer Kathode verschieden ist — was man z. B. durch Annäherung eines Magneten herbeiführen kann —, so variirt im selben Sinne auch die Helligkeit der von den nämlichen Flächenteilen ausgehenden K_1-Strahlen.

Es entsteht nun die Frage, woher die Canalstrahlen wirklich stammen.

Dass die an der Rückseite der Kathode auftretenden Canalstrahlen an der Vorderseite entspringen, wird sehr wahrscheinlich gemacht durch die schon früher constatirte Thatsache[2]), dass die Richtung der einzelnen Bündel in hohem Maasse bedingt wird durch die Form der Vorderfläche der Kathode, aber unabhängig erscheint von dem Verlauf der Hinterfläche. Bleibt die letztere eine Ebene, so sind z. B. die Canalstrahlen convergent, wenn die Vorderfläche convex ist, und sie werden divergent, wenn die Vorderfläche concav wird.

Was nun die Entstehung der Canalstrahlen betrifft, so scheint mir, dass dabei die Rolle der Oeffnungen bisher nicht hinreichend gewürdigt worden ist.

Bei Anwendung nicht zu dicker geschlitzter Platten zur Erzeugung der Canalstrahlen sind nicht sowohl diese ganzen Platten als vielmehr die Wände der Oeffnungen, z. B. die einander gegenüberliegenden beiden Längswände eines Schlitzes,

---

1) E. Goldstein, l. c. 4. p. 64 ff. 1902.

2) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1886. p. 695; Wied. Ann. 64. p. 43. 1898.

die eigentlichen Kathoden, die nebst den Oeffnungsrändern bei der Entstehung der Canalstrahlen in Betracht kommen, und es ist unzutreffend, diese Oeffnungen allgemein nur als indifferente Durchlasscanäle zu betrachten.

Es scheint mir ferner, dass eine enge Beziehung besteht zwischen den Canalstrahlen und einer Strahlenform, die zunächst auch bei undurchbrochenen ebenen Kathoden auftritt, und zur Ebene der Kathode tangential gerichtete und mässig geneigte Strahlen bildet, welche vom Rande der Kathode her nach einwärts über die letztere streichen und über den Gegenrand hinaus sich in den freien Raum fortsetzen. Bei einer einfachen Kreisplatte geben diese Strahlen natürlich nur eine gleichmässige Erhellung rings um die Platte. Grenzt man die Fläche aber an einigen Stellen durch Sehnen ab (Fig. 1), so markiren sich die Strahlen, die von diesen Sehnen ausgehen, z. B. in Wasserstoff durch schmale rosa Strahlenbündel, die gegenüber den Sehnen vom Plattenwande radial in den Raum austreten.[1]) Diese Bündel sind verhältnismässig lichtschwach, und daher nicht bequem wahrnehmbar.

Fig. 1.

Ihre Helligkeit kann aber sehr verstärkt werden, wenn man zwei derartige congruente Kathodenplatten conaxial im Abstande von wenigen Millimetern einander gegenüberstellt.

Die Helligkeit ist dann nicht bloss verdoppelt, sondern stark vervielfacht. Die Gründe der Helligkeitsverstärkung sollen anderweit erörtert werden. Setzt man nun z. B. in einer Kugelröhre (von 8—11 cm Durchmesser) zwei congruente kleine Quadrate (Seite 8 mm) einander mit parallel gestellten Seiten gegenüber, so erblickt man um sie bei geeigneter Gasdichte (Wasserstoff) ein helles vierarmiges Kreuz (Fig. 2), dessen schön rosa leuchtende Schenkel an den Seitenmitten aus dem Zwischenraume der beiden Quadrate hervortreten.

Ist die Kathode ein reguläres Doppelfünfeck, so entsteht ein fünfstrahliger Stern, dessen fünf Arme aber nicht an den

1) E. Goldstein, Physik. Zeitschr. 1. p. 133. 1899.

Seitenmitten, sondern an den Winkelpunkten aus dem Zwischenraum der Platten heraustreten (Fig. 3).

Bei einem regulären Doppelsechseck erscheint ein sechsstrahliger Stern, dessen Strahlen wieder die Seitenmitten kreuzen.[1]) Allgemein zeigt sich bei geradzahligen regulären Doppelpolygonen eine Sternfigur, deren Arme die Verlängerungen der kleinen Radien der Polygone bilden, bei den ungeradzahligen eine Figur, deren Arme in die Richtung der verlängerten grossen Radien fallen.

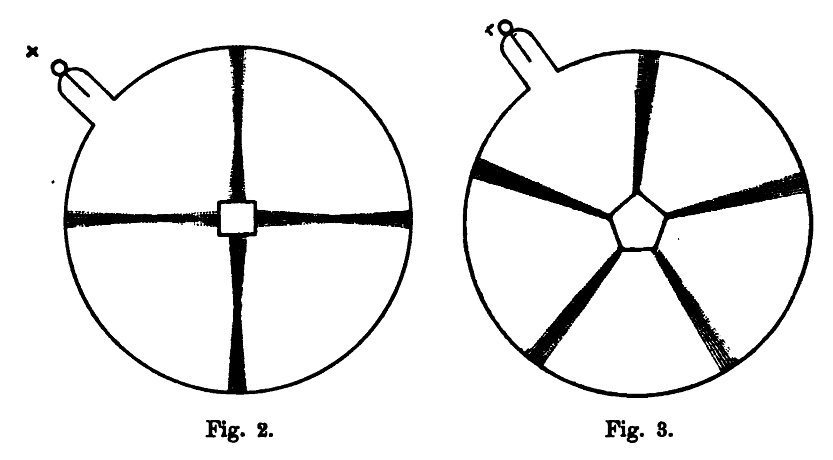


Fig. 2. Fig. 3.

Man sieht ohne weiteres, dass diese Anordnung übereinstimmt mit einem Ursprung der Strahlen von den Gegenseiten her. — Haben die Polygone ungleiche Winkel, so können bei ungeradzahligen die Bündel auch an anderen Stellen als den Winkelpunkten, bei geradzahligen auch ausserhalb der Seitenmitten heraustreten, immer aber so, wie es nach dem Ursprunge von den Gegenseiten zu erwarten ist.

Die Strahlen dieser Sternfiguren haben alle Eigenschaften, die man an den eigentlichen Canalstrahlen beobachten kann.

1) Zur Ausführung der Versuche kann man entweder zwei Polygonplatten einander gegenüberstellen, deren jede ihren besonderen Zuleitungsdraht (an der Rückseite oder am Rande) hat, oder man braucht nur einen Zuleitungsdraht zu benutzen und kann die beiden Platten durch ein ganz dünnes Drahtstäbchen an einer passenden Stelle verbinden.

Besteht die Doppelkathode aus zwei congruenten Rechtecken, so entsteht eine Lichtfigur, wie sie für eine bestimmte Gasdichte in Fig. 4 dargestellt ist; es gehen aus dem Zwischenraum („Spalt") der Platten an den Langseiten zwei breite rosa Lichtbänder hervor, deren anfangs nahe parallele Grenzen bei abnehmender Gasdichte immer mehr convergiren. Von den Schmalseiten gehen zwei dünne, in der Figur nicht dargestellte, viel lichtschwächere Bündel aus. Die beiden breiten Bänder ändern ihr Aussehen nicht wesentlich, wenn man die beiden Schmalseiten durch ebene Wände miteinander verbindet, sodass die Kathode dann ein hohles Parallelepipedon bildet.

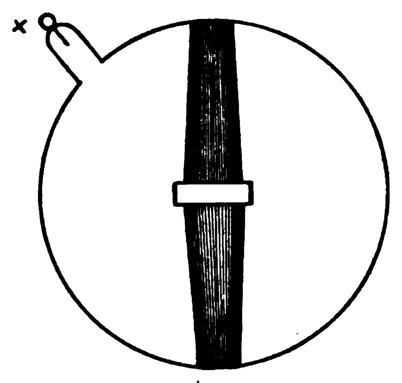


Fig. 4.

Liegt die Gesichtslinie parallel einer der Langseiten der Kathode, so erscheinen die Bündel als schwach divergente Bänder, die von der ganzen Breite des Spaltes der Platten ausgehen (Fig. 5). Ganz den nämlichen Anblick bieten die Sternarme der sämtlichen vorerwähnten Doppelpolygone, wenn die Gesichtslinie parallel der Polygonebene liegt. —

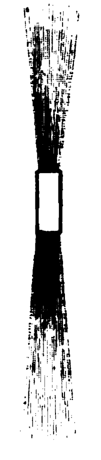


Fig. 5.

Die genauere Kenntnis der Bahn, welche die Strahlen in dem Zwischenraum der Platten zurücklegen, wird nun durch den Umstand ermöglicht, dass die Strahlen diese Bahn auf den Platten selbst fixiren. Hat man ein Doppelquadrat eine Zeit lang als Kathode bei geeigneter Dichte fungiren lassen, so zeigt sich auch nach der Unterbrechung der Entladungen an den einander zugekehrt gewesenen Flächen eine auf den ersten Blick complicirte Zeichnung, die aber, wie man bei näherem Zusehen erkennt, einfach aus der Superposition von vier

Streifen entsteht, von denen je einer von einer Quadratseite ausgeht (Fig. 6a).

Die Streifen haben nach aussen concave Begrenzung, stellen also ein System von Strahlen dar, das auf dem Wege nach der Gegenseite sich verschmälert. Der an der betreffenden Gegenseite austretende rosa Lichtarm des in Fig. 2 gezeichneten Kreuzes ist die unmittelbare Verlängerung des concaven Streifens. Während der Entladung selbst erkennt man unmittelbar, dass die rosa Streifen zwischen den Platten denselben Verlauf und dieselben Dimensionen haben, wie die nach der Entladung auf den Platten verbleibenden Spuren.

Auf den Platten eines Doppelrechteckes entsteht eine Zeichnung, die aus der Superposition von zwei Paar concav geschweiften Streifen hervorgeht, von denen das eine Paar in

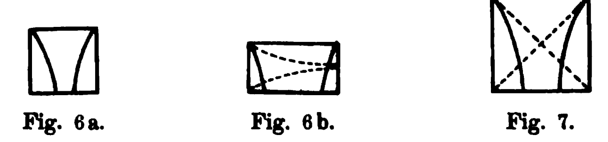


Fig. 6a. Fig. 6b. Fig. 7.

Fig. 6b dargestellt ist. — Entsprechend sind die Zeichnungen bei anderen Umrissen der Kathode. Die Spurzeichnungen markiren sich teils durch Unterschiede des Reflexionsvermögens, welche mit Oxydationsfarben zusammenhängen, teils sind sie schwache Vertiefungen in der ursprünglich planen Kathodenfläche.

Aus der concaven Begrenzung der Spuren und der Strahlenbündel selbst ist wohl auf eine Anziehung zu schliessen, welche die von einer Seite ausgehenden Strahlen durch die beiden Nachbarseiten erfahren. Man würde sich vorstellen, dass die Strahlen z. B. bei dem Quadrat ursprünglich geradlinig convergent gerichtet sind, etwa wie die gestrichelten Linien in Fig. 7, und dass durch die von der Nachbarseite ausgeübte Anziehung die wirklich beobachtete (ausgezogene) Form der Grenze zu stande kommt. Die analoge Bemerkung gilt für Rechtecke etc.

Es kann nun gefragt werden, inwiefern alle diese Beobachtungen dazu dienen, die Bildung der eigentlichen Canalstrahlen

zu erklären. Aber man braucht nur zu berücksichtigen, dass ein gerader Schlitz in einer planparallelen Platte durch seine Wände nichts anderes darstellt als ein Doppelrechteck, bez. ein hohles Parallelepipedon, und dass eine mehrfach geschlitzte Platte ein System solcher Doppelrechtecke ist. Jedes Doppelrechteck wirkt nun wie eine selbständige Kathode von der gleichen Gestalt, und es entsteht somit eine Anzahl von Lichtbändern, wie sie für das einzelne Doppelrechteck in Fig. 4 dargestellt sind. Bei einer lumensperrenden Schlitzplatte kann nur ein Lichtband zu stande kommen und zwar das von den Schlitzrändern an der Anodenseite ausgehende.

Ist die Kathode nicht mit Schlitzen, sondern mit Löchern versehen, so wirkt jedes dieser Löcher wie ein kleiner Hohlcylinder. Bei einer hohlcylindrischen Einzelkathode tritt ein von der Oeffnung schwach divergirender rosa Lichtkegel auf.

An den schmalen Doppelrechtecken der geschlitzten und mutatis mutandis an den engen Hohlcylindern der durchlochten Kathoden breiten nun die Canalstrahlen tangential und in mässiger Neigung gegen die Innenwandungen über die letzteren von der Vorderseite nach der Rückseite hin sich in den freien Raum aus. Daraus, dass die Strahlen nicht ausschliesslich tangential verlaufen, erklärt sich, dass auch Schlitze von einigen Millimetern Breite noch ganz von den Canalstrahlen ausgefüllt erscheinen, und dass, wie oben erwähnt, jedes Lichtband von der Schmalseite betrachtet, stets divergent erscheint. Die gegen die Schlitzwände geneigten Strahlen der beiden Wände kreuzen sich nämlich schon im Schlitz und treten dann divergent heraus. Zur Erklärung von Details, insbesondere der relativ geringen Divergenz der Lichtbänder, muss dabei noch berücksichtigt werden, dass ebenso wie die tangentialen Strahlen von den Nachbarseiten, so auch die schrägen Strahlen von der Fläche der emittirenden Kathode angezogen und gegen die letztere concav gekrümmt werden. Die Strahlen treten daher nicht in ihrer ursprünglichen Richtung, sondern in der Tangente des letzten Elementes der Curve aus, in der sie zwischen den Schlitzwänden verlaufen.

Dass von der Breitseite betrachtet die Grenzen der Schlitzbänder mehr und mehr convergiren, wenn die Gasdichte

abnimmt, erklärt sich dagegen aus Beziehungen zwischen Canalstrahlen und der ersten Schicht. Die Canalstrahlen gehen nämlich an den Vorderwänden der schmalen Doppelrechtecke nicht nur von denjenigen Stellen aus, an denen die erste Schicht angelagert ist, sondern die streifend über die Wände verlaufenden Strahlen treten auch in den Zwischenraum der Schlitzwände in derjenigen Richtung ein, welche die Strahlen der ersten Schicht an den betreffenden Randteilen haben.

Nun scheint für die S_1-Strahlen einer ebenen Kathode ein ganz analoges Gesetz zu gelten, wie es für die gewöhnlichen, magnetisch leicht deformirbaren Kathodenstrahlen bereits vor längerer Zeit constatirt wurde[1]), dass nämlich bei constanter Gasdichte die Strahlen desto stärker gegen die Plattenaxe nach aussen geneigt sind, je näher die Ausgangsstelle der Strahlen dem Plattenrande liegt, und dass cet. par. je geringer die Gasdichte wird, diese Neigung der Strahlen nach aussen desto mehr zunimmt. Daraus erklärt sich nicht nur, dass die Grenzen des einzelnen Schlitzbandes mit abnehmender Gasdichte immer mehr convergiren (entsprechend der zunehmenden Divergenz der S_1-Strahlen), sondern auch, dass die einzelnen Lichtbänder eines Systems paralleler Schlitze in einer ebenen Platte gegeneinander und zur Axe der Platte convergiren.

Bei sperrenden Kathoden und bei Kathoden, die in einem nur wenig weiteren Cylinderrohr liegen, kommt bei geringen Dichten ausserdem die kürzlich beschriebene[2]) Schrägrichtung in Betracht, welche die Grenzen der ersten Schicht annehmen einerseits infolge der anodischen Abstossung ihrer Wurzel an der Kathode, andererseits infolge der Anziehung der Strahlen durch eine kathodische Wandzone, die in der Nähe der äusseren Grenze des Crookes'schen Raumes liegt. Nehmen die äussersten S_1-Strahlen infolge dieser Einwirkung die Form wie in Fig. 8 an, so resultirt daraus ein Canalstrahlenband mit sehr stark convergenten Grenzen (in der Figur punktirt).

---

1) E. Goldstein, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1881. p. 799; Wied. Ann. 15. p. 274. 1882.

2) E. Goldstein, Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. 4. p. 64. 1902.

Es sei hierbei auch der scheinbare Einfluss sehr schwacher Magnete auf die Canalstrahlen in Kürze nochmals beleuchtet. Es gelingt z. B. in dem Falle der Fig. 8 durch die Annäherung eines ganz schwachen, leichten Hufeisenmagneten — der horizontal bei äquatorealer Richtung des Schlitzes gehalten werde —, grosse Richtungsänderungen der Grenzen des Lichtbandes hervorzubringen, und die eine oder die andere Grenze noch sehr viel schräger zu stellen.

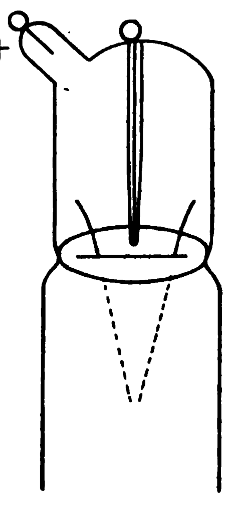


Fig. 8.

Dieser scheinbar so grosse Einfluss des Magneten auf die Richtung der Canalstrahlen ist bedingt zunächst durch die bei der Annäherung des Magneten erfolgende Richtungsänderung der S_1-Strahlen. Auch diese starke Beeinflussung der S_1-Strahlen aber ist kein primärer Effect des Magneten, sondern das Primäre ist die magnetische Ablenkung und Deformation der gewöhnlichen phosphorescenzerregenden Kathodenstrahlen und die Annäherung ihrer Enden an die Kathode. Lenkt der Magnet die Strahlen z. B. nach rechts ab, so wird eine an der rechten Wandseite gelegene Stelle durch das Auftreffen der condensirten Strahlen zu einer secundären Kathode, welche nun die Strahlen der ersten Schicht anzieht und sie dadurch, dass sie gegen eine der Kathode nähere Stelle als vorher angezogen werden, schräger nach rechts neigt. Die Folge ist, dass die rechte Grenze des convergenten Canalstrahlenbandes sich noch schräger als in Fig. 8 nach links und oben neigt. — Ausdrücklich sei hervorgehoben, dass die Möglichkeit, ausserdem einen primären Effect des Magneten auf die S_1-Strahlen aufzufinden, nicht bestritten werden soll.

Wenn man in der Axe eines Cylinderrohres einen Golddraht als Kathode anbringt, so lagert sich bekanntlich (in sauerstofffreien Medien) an der Glaswand um die Kathode ein

Goldspiegel ab. Ersetzt man den Draht jetzt z. B. durch ein zur Röhrenaxe senkrechtes Doppelquadrat aus nicht zerstiebendem Material (Aluminium) und erzeugt die in Fig. 2 abgebildete Kreuzfigur der Canalstrahlen, so verdünnt sich an den von den Kreuzarmen getroffenen vier Stellen der Goldspiegel schon nach relativ kurzer Zeit sehr merklich, und die Wand wird schliesslich dort von Gold entblösst. — Noch charakteristischer und technisch bequemer lässt sich die betreffende Eigenschaft der Canalstrahlen zum Ausdruck bringen, indem man in eine Röhre sogleich eine Doppelkathode aus zerstiebendem Material bringt (Silber, Gold, Nickel). Dann wird an denjenigen Stellen, wo die Kreuzarme die Wand treffen, überhaupt kein Metall abgelagert. Die beschlagfreien Flächen zeigen im allgemeinen rhombische Formen.

Dreht man, nachdem diese Muster sich gebildet haben, die Kathoden um ihre Axe, z. B. um 45°, so werden die früher beschlagfreien Flächen von Metall bedeckt, und schon belegt gewesene Stellen werden entblösst. Allgemein wandern die Teilchen von den Stellen, wo die Canalstrahlen die grösste Dichte haben, zu Stellen kleinerer Dichte.

In minderem Maasse kommt auch den gewöhnlichen Kathodenstrahlen die Eigenschaft zu, Metallflächen, auf welche sie treffen, zum Zerstieben zu bringen, wie ich schon früher erwähnte.[1]) Von Grandquist ist hervorgehoben worden, dass hierbei das Minimum des Beschlages dort auftritt, wo das Maximum der Phosphorescenz liegt.[2]) Bei vergleichenden Versuchen, die ich angestellt habe, war die Wirkung der Canalstrahlen eine erheblich stärkere. Eine Sonderung ist zu erreichen z. B. vermöge der starken magnetischen Ablenkbarkeit der phosphorescenzerregenden gewöhnlichen Strahlen.

Mit dieser Abtragung der Metallteilchen hängen die vertieften Spuren zusammen, welche die Canalstrahlen nach längerer Strahlung auf den Kathodenflächen hinterlassen; blosse Farben- und Reflexunterschiede können schon in viel kürzerer

1) E. Goldstein, Thätigkeitsbericht der Phys.-Techn. Reichsanstalt für 1894, p. 70; Zeitschr. f. Instrumentenk. 16. p. 211. 1896.

2) G. Grandquist, Oefvers. Förhandl. Svensk. Akad. 1897, p. 575.

Zeit erzeugt werden und beruhen dann, wie oben erwähnt, auf Oxydationsverhältnissen.

Die Bänder und schmalen Kegel der Canalstrahlen sind auch bei lumensperrenden Kathoden umhüllt von matterem, aber sehr deutlichem, nebligem Licht, das die ganze Weite auch bei Cylinderröhren von grossem Querschnitt oder bei Kugeln von 10 cm Durchmesser erfüllt. Um dieses Licht genauer zu untersuchen, benutzt man zweckmässig sperrende Platten, die nur einen einzigen Schlitz oder ein Loch enthalten. Man kann dann feststellen, dass dieses Licht zwei Strahlenformen enthält. Die eine besteht, wie geeignete Schattenobjecte erkennen lassen, aus regelmässigen geradlinigen, divergenten Strahlen, die unter grosser Apertur vom Schlitz (bez. der Lochöffnung) ausgehen, und somit als breiter Kegel die eigentlichen Canalstrahlen umhüllen. Die Apertur des letzteren übertraf in meinen Versuchen 120°. Biegt man bei einem von vorn nach hinten gehenden Schlitz die S_1-Strahlen durch den Magneten nach rechts, so werden die Nebelstrahlen in der linken Röhrenhälfte heller. Das Leuchten von Natrium etc. wird durch diese Strahlen ebenso erregt, wie durch die eigentlichen Canalstrahlen. Bei geringer Gasdichte entwerfen diese regelmässigen Nebelstrahlen scharf umgrenzte Schattenräume, deren Inneres lichtlos erscheint. Je höher aber die Gasdichte ist, desto mehr erhellt sich das Innere der Schattenräume durch die zweite Lichtform, welche aus diffusen Strahlen besteht. Diese diffusen Strahlen sind in Wasserstoff viel schwächer entwickelt als in Luft (bez. Stickstoff), wo sie goldgelbe Farbe zeigen.

Man darf wohl vermuten, dass diese diffusen Strahlen zu den eigentlichen Canalstrahlen und regelmässigen Nebelstrahlen in demselben Verhältnis stehen, wie das Licht der dritten Schicht des gewöhnlichen Kathodenlichtes zu den regelmässigen gewöhnlichen Kathodenstrahlen, d. h. dass eine Erzeugung diffuser Strahlen durch das Auftreffen der eigentlichen Canalstrahlen etc. auf die Gasteilchen veranlasst wird.

Die diffusen goldgelben Strahlen spielen eine grosse Rolle bei den Beobachtungen der Canalstrahlen-Gruppe. Auf ihrem Vorhandensein beruht der Eindruck, dass die eigentlichen Canalstrahlen selbst goldgelbes Licht aussenden. Thatsächlich ist das Licht der eigentlichen Canalstrahlen bläulich, und nur die starke Diffusion hüllt sie in goldgelbes, das bläuliche meist überstrahlendes Licht. Auf gleicher Ursache beruht die anscheinend intensiv chamoisgelbe bis goldgelbe Farbe der an sich ebenfalls bläulichen Strahlen der ersten Schicht in Luft. Erst bei sehr geringen Gasdichten, wo die Diffusion gering wird, tritt die bläuliche Farbe deutlicher hervor. Entwirft man durch eine in der Nähe der Kathode angebrachte Anode einen Schattenraum in den S_1-Strahlen, so ist dieser Raum bei mässigen Verdünnungen auch nicht ganz lichtlos, sondern von dem diffusen goldgelben Lichte erfüllt. Goldgelbes diffuses Licht erfüllt bei nicht sehr geringen Dichten auch die Schattenräume in den K_1-Strahlen. Es scheint, dass die K_1-Strahlen und auch die die Canalstrahlen umhüllenden Nebelstrahlen in Luft an sich ebenfalls bläulich sind und nur der Beimischung der diffusen Strahlen den gewöhnlichen Eindruck des Goldgelb verdanken.

Auch bei den im freien Raum gelagerten Doppelkathoden (Quadraten, Fünfecken etc.) zeigt die nähere Untersuchung, dass die (in Wasserstoff) rosa Arme der Kreuz- und Sternfiguren zwar die hervorstechendste, aber nicht die einzige Erscheinung von rosa Licht, das den Canalstrahlen verwandt ist, bilden. Die hellen schmalen Arme liegen nämlich (in Richtung der Plattenaxe betrachtet) inmitten sehr schwach erhellter breiter Felder von rosa Licht. Schattenobjecte zeigen, dass auch in diesem Licht streng geradlinige Ausbreitung (von der Kathode fort) besteht, und dass es aus dem Zwischenraum je zweier Seiten entlang der ganzen Erstreckung des Seitenpaares in breiten, in der Spaltebene stark divergirenden Fächern heraustritt, deren Strahlen entsprechend Fig. 5 wie die Sternarme selbst auch senkrecht zu dieser Ebene ein wenig divergiren. Die Existenz der matten Strahlenfächer, welche die hellen rosa Sternarme verbinden, markirt sich auch objectiv dadurch, dass bei Anwendung von Doppelkathoden aus zerstiebendem Material sich ausser den

vollständig beschlagfreien, den Treffstellen der hellen Arme entsprechenden Flächen auch ringsherum an der Wandung eine mässig breite Zone zeigt, in welcher der Beschlag nicht beseitigt, aber deutlich verdünnt ist, wie man im durchgehenden Lichte erkennt. Entsprechend findet man, dass auch in Ebenen, die senkrecht sowohl zu der Ebene wie den Seiten der Doppelkathoden liegen, noch matte geradlinige Strahlen bis zu grossen Winkeln von den Zwischenräumen der Platten ausgehen und als sehr breite, divergente, sehr lichtschwache Strahlenfächer die mässig divergenten, in Fig. 5 dargestellten leicht sichtbaren Strahlen begleiten. Diese stark divergenten Strahlen, deren Divergenzebenen senkrecht zu den Spalten der Doppelplatten liegen, sind als das Analogon der oben erwähnten geradlinigen Nebelstrahlen zu betrachten.

An der Bildung der mässig divergenten, in Fig. 5 dargestellten Bündel können sich bei den Doppelkathoden auch Strahlen beteiligen, die wie S_1-Strahlen von den Innenflächen der Platten auszugehen scheinen, und zwar von ausgezeichneten Linien und symmetrisch gelagerten Punkten der Polygonflächen, bei Rechtecken u. a. von einem Teil der zu den Langseiten parallelen Halbirungslinie. Die Strahlen verlaufen eine kurze Strecke ziemlich steil gegen die Platte und werden dann gegen die letztere wieder in grossem Winkel umgebogen. Je nach dem Grade der z. B. mit der Gasdichte wechselnden Umbiegung schliessen sie mit den entsprechenden Strahlen der anderen Platte dann verschieden gestaltete Räume ein, bei geringen Dichten und relativ geringer Umbiegung convergiren sie z. B. mit den entsprechenden Strahlen der anderen Flächen und bilden dann ein zugespitztes convergentes Mittelblatt in dem aussen divergent begrenzten Bündel der Fig. 5. Doch kann die nähere Schilderung dieser sehr complicirten Strahlenverhältnisse in dem Rahmen einer summarischen Skizze nicht gegeben werden. —

Nach dem Bisherigen lassen sich (mindestens) folgende Glieder der Canalstrahlen-Gruppe unterscheiden:

1. Die Strahlen der ersten Schicht, 2. die eigentlichen Canalstrahlen, 3. die an der Vorderseite auch undurchbrochener Kathoden auftretenden K_1-Strahlen, 4. regelmässige Nebel-

strahlen, welche die eigentlichen Canalstrahlen einhüllen, 5. diffuse Strahlen.

Diese Aufzählung könnte noch erweitert werden, wie an anderer Stelle näher auszuführen sein wird.

Es fragt sich nun, ob das vorliegende Material bereits gestattet, ein leitendes und vereinfachendes Princip für die Betrachtung der zunächst complicirten Erscheinungen aufzustellen. In der Literatur sind wesentlich zwei Richtungen hinsichtlich der Auffassung der Entladungsvorgänge aufgetreten: die eine, welche die Entladung und die mit ihr verbundenen Strahlungen als einen Vorgang im Aether ansieht, dessen specielle Form zunächst dahingestellt gelassen wird; die andere, welche die Entladung und Strahlung mit der Fortführung geladener Masseuteilchen identificirt. Eine Annäherung zwischen beiden Auffassungen scheint sich gegenwärtig dadurch anzubahnen, dass man auf manchen Seiten bereit ist, bei den „Elektronen“ auf die Mitwirkung ponderabler gewöhnlicher Masse zu verzichten und die fraglichen Massen nur als scheinbare betrachtet. Sofern dann rein elektrische Vorgänge als Vorgänge im Aether angesehen würden, wäre also eine Verschmelzung beider Auffassungen nicht aussichtslos. Die Vertreter der Elektronentheorie haben heuristische Handhaben dadurch gewonnen, dass sie die Consequenzen ihrer Auffassung in Formeln gefasst und durch Messungen diese Formeln zu verificiren gesucht haben. Dabei hat sich bekanntlich ergeben, dass als bestimmende Variabeln zunächst bei den gewöhnlichen Kathodenstrahlen betrachtet werden können: das Potential, unter dem die Strahlen entspringen bez. sich ausbreiten, die Masse der fortgeführten Teilchen und die Grösse ihrer Ladung, so zwar, dass die Ablenkbarkeit der Strahlen unter der Wirkung elektrischer oder magnetischer Kräfte mit zunehmender Ladung wächst, mit Zunahme von Masse und Potential abnimmt.

Vielleicht liesse sich vom Standpunkt der Elektronenhypothese der gesuchte zusammenfassende, zunächst heuristisch verwertbare Gesichtspunkt gewinnen, wenn es gelänge, die gegenwärtig noch fragliche Ausbreitungsrichtung der S_1-Strahlen sicher festzustellen. Falls sich dabei, wie, allerdings beweislos,

schon mehrfach angenommen wird, eine Ausbreitungsrichtung zur Kathode hin ergeben würde, so würde sich damit zunächst eine einheitliche Auffassung für gewisse Wirkungen der Canalstrahlengruppe bieten. Die Zerstiebung der Kathode selbst einerseits und die hier beschriebene Beseitigung der Zerstiebungsspiegel durch die Canalstrahlen andererseits würde sich dann unter dem einheitlichen Gesichtspunkt auffassen lassen, dass die S_1-Strahlen und die Canalstrahlen überall da, wo ihre Enden auftreffen, Metallabtragung veranlassen, während bei einer Ausbreitung der S_1-Strahlen von der Kathode fort die S_1-Strahlen an ihrem Ursprung dieselbe Wirkung ausüben würden, wie die Canalstrahlen an ihren Enden. Die gleiche Betrachtung kann man anstellen gegenüber der Thatsache, dass die Canalstrahlen da, wo ihre Enden auftreffen, Natrium-, Lithium- und Magnesiumlicht erzeugen, und dass das nämliche Leuchten an der Fläche auftritt, die als Wurzelfläche der S_1-Strahlen an der Kathode erscheint. Würde man nach etwa erwiesener Ausbreitungsrichtung der S_1-Strahlen zur Kathode hin auch die schon bestehende Hypothese annehmen, dass die erste Schicht des Kathodenlichtes Träger positiver Teilchen ist, so könnte man versuchen, aus den S_1-Strahlen die Entstehung der anderen Glieder der Canalstrahlengruppe abzuleiten, indem man z. B. zur Erklärung der K_1-Strahlen annähme, dass beim Auftreffen der positiven S_1-Strahlen auf die Kathode auch ein partielles Zurückprallen von Teilchen stattfindet, welche durch dann stark verminderte Ladung charakterisirt sind, und daher der Theorie nach viel weniger sensibel sein müssen. — Ein an den Wänden eines Schlitzes nahe tangential ankommendes enges, zunächst nahe paralleles Bündel S_1-Strahlen würde je nach dem Abstand seiner Einzelstrahlen von den kathodischen Schlitzwänden verschiedene Ladungsänderungen erleiden und dadurch, dass seine verschieden geladenen und verschieden entfernten Teilchen von den negativen Flächen verschieden stark abgelenkt würden, sich in ein stärker conisches Bündel auflösen, dessen Componenten zwischen den Wänden teils tangential, teils schräg gegen die Wände verliefen. Die gegen die kathodischen Nachbarseiten concave Form der über die Polygonplatten

streichenden positiven Bündel würde sich ohne weiteres erklären, natürlich auch die Thatsache, dass die Strahlen ausserhalb der Spalträume wieder geradlinig, und zwar in der Tangente des letzten zwischen den Platten gelegenen Curvenelementes verlaufen. Die Verminderung der Ladung, die während des Hinüberstreichens über die Platten einträte, würde erklären, dass die auf der Gegenseite austretenden Canalstrahlen viel unempfindlicher sind, als die S_1-Strahlen. Auch die unter grossen Divergenzen austretenden Nebelstrahlen würden sich deduciren lassen.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. **Nr. 11.**

Verhandlungen

der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 13. Juni 1902.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Es trägt vor Hr. E. WARBURG

über die elektromotorische Kraft des Ozons

(nach Versuchen von Hrn. **A. Brand**).

Ferner berichtet Hr. **F. F. Martens**

über Spectroskope mit festem Austrittsstrahl.

Als **Mitglied** wird in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Dr. MAX TOEPLER, Dresden-A., Reichenbachstrasse 9.

(Vorgeschlagen durch Hrn. HALLWACHS.)

Ueber die elektromotorische Kraft des Ozons;
von A. Brand.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 13. Juni 1902.)

(Vgl. oben S. 245.)

§ 1. Bei dem Zerfall des Ozons wird Wärme frei, nach Berthelot 29 600 g-Cal., wenn 1 g-Mol. (48 g) Ozon bei constantem Volumen zerfällt. Es fragt sich, ob es möglich ist, diese Desozonisirungswärme ganz oder zum Teil in elektrische Stromarbeit umzuwandeln. Diese Frage habe ich auf Vorschlag von Hrn. Prof. Warburg zu beantworten gesucht.

§ 2. Man überzeugt sich zunächst leicht, dass man aus einer Sauerstoff- und einer Ozon-Platinelektrode ein Grove'sches Gaselement herstellen kann, in welchem der Strom von der Sauerstoffelektrode durch den Elektrolyten zu der Ozonelektrode läuft. Nimmt man an, dass der an der Kathode ausgeschiedene H_2 durch O_3 zu H_2O oxydirt wird, an der Anode O_2 abgeschieden wird, andere Oxydationsproducte dort nicht entstehen, so verläuft der chemische Process im Element nach der Gleichung

$$H_2SO_4 + O_3 + H_2O = \underbrace{H_2 + O_3}_{\text{Kathode}} + \underbrace{SO_4 + H_2O}_{\text{Anode}} = \underbrace{H_2O + O_2}_{\text{Kathode}} + \underbrace{H_2SO_4 + \tfrac{1}{2}O_2}_{\text{Anode}},$$

besteht also im Endresultat lediglich in Zerfall des Ozons.

§ 3. Hiernach ist die gestellte Frage im allgemeinen zu bejahen. Um zu ermitteln, welcher Teil der Desozonisirungswärme in elektrische Arbeit umgewandelt wird, muss man die elektromotorische Kraft des beschriebenen Elementes bestimmen. Zu diesem Zweck wurde die elektromotorische Kraft der O_2 und der O_3-Elektrode gegen eine Normalquecksilberelektrode (Hg mit Mercurosulfat bedeckt) in normaler Schwefelsäure ($\frac{1}{2}$ H_2SO_4 g im Liter) gemessen. Die Versuchsanordnung war ähnlich wie bei Wilsmore.[1]) Die platinirte Platinelektrode

1) N. T. M. Wilsmore, Zeitschr. f. phys. Chem. 35. p. 291. 1900.

befand sich in dem einen Schenkel eines durch einen paraffinirten Kork verschlossenen U-Rohres. Durch den Kork gingen zwei Röhren, von denen die eine in die Flüssigkeit reichende das Gas zu-, die andere im Gas mündende dieses abführte. Die Flüssigkeit des anderen gleichfalls verschlossenen Schenkels war durch einen Heber mit der gleichen Flüssigkeit im Gefäss der Hg-Elektrode verbunden. Der aus einer ELKAN'schen Bombe entnommene Sauerstoff wurde aus einem Gasometer über Natronkalk in die Ozonisirungsröhre, von dort in den Apparat geleitet. Die elektromotorische Kraft wurde durch die Compensationsmethode gemessen. Der Strom fliesst vom Hg durch den Elektrolyten zur O_2- oder O_3-Elektrode.

§ 4. Die elektromotorische Kraft e_{O_2} der O_2-Elektrode gegen die Hg-Elektrode ergab sich bald nach Ansetzen der Zelle nach 5—6 Stunden Durchleiten von O_2 zu 0,358 Volt bei 17° und änderte sich nicht bei Abkühlung auf 0°.

§ 5. Nun wurde der O_2 ozonisirt und die elektromotorische Kraft e_{O_3} der Ozonelektrode gegen die Hg-Elektrode gemessen. Sie ergab sich in drei Versuchen bez. zu 0,881, 0,883, 0,888. Beim Beginn des Ozonstromes stieg die elektromotorische Kraft rasch an, erreichte nach 10—30 Minuten ungefähr 0,8 Volt, nahm allmählich zu und blieb nach 3—4 Stunden auf einem constanten Wert stehen.

§ 6. Bei den folgenden Versuchen wurde der Ozongehalt des aus dem Apparat austretenden Gases durch Titriren mit As_2O_3 bestimmt. Es ergab sich:

17°	Ozon in Volumenproc.	0,69	1,25	3,44	5,45
	Elektromotorische Kraft	0,836	0,867	0,922	0,916
0°	Ozon in Volumenproc.	0,75	1,00	4,46	5,15
	Elektromotorische Kraft	0,883	0,907	0,949	0,950

Nach diesen Versuchen nähert sich die elektromotorische Kraft mit steigendem Ozongehalt einem Grenzwerte, welcher bei den obigen Versuchen bei 17° 0,919, bei 0° 0,950 Volt ist, bei 0° also um 0,031 Volt höher als bei 17°.

§ 7. Als hierauf wieder Sauerstoff anstatt Ozon durch die Zelle geleitet wurde, blieb nach mehrstündigem Durchleiten die elektromotorische Kraft auf dem Werte 0,249 stehen. Die O_2-Elektrode ist also nach der Behandlung mit Ozon um

0,109 Volt anodischer geworden. Die Platte wurde alsdann frisch platinirt. Es ergab sich der Grenzwert e_{O_3} bei höherem Ozongehalt bei

17°	0,859	0,889
0°	0,890	0,871
Diff.	0,031	0,032

Bei diesen Versuchen wurde die Zelle, nachdem bei 17° die constanten Werte erreicht waren, in Eis gesetzt. Die Temperaturvariation ergab sich wie früher, aber e_{O_3} ist erheblich kleiner als im Versuche des § 6. Die elektromotorische Kraft der O_3-Elektrode scheint nach diesen und anderen Versuchen von der Beschaffenheit der Platinirung abzuhängen. Die einzige Gesetzmässigkeit, welche dabei bemerkt wurde, besteht darin, dass eine Elektrode um so grössere Werte als O_3-Elektrode giebt, je kleinere sie als O_2-Elektrode aufweist. Für eine blanke Platinplatte ergab sich $e_{O_2} = 0,193$, $e_{O_3} = 0,978$.

§ 8. Nach dem Ergebnisse des § 7 wird es nur möglich sein, für eine bestimmte Platinirung einen bestimmten Wert der gesuchten Differenz $e_{O_2} - e_{O_3}$ festzulegen, und auch dies nur in dem Falle, dass es gelingt, für die als O_2-Elektrode benutzte Platte vor und nach der Behandlung mit Ozon denselben Wert der elektromotorischen Kraft e_{O_2} zu erhalten. Dass dies bei den bisherigen Versuchen nicht der Fall war, konnte daher rühren, dass sich nach der Behandlung mit Ozon andere Oxydationsproducte gebildet hatten, wie sie an der Anode durch Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure entstehen, nämlich H_2O_2 und $H_2S_2O_8$. Um dies zu prüfen, wurde die mit Ozon behandelte Flüssigkeit von Ozon durch Auskochen befreit und darauf mit Jodkalium und Stärke untersucht. Es wurde eine Spur oxydirender Substanz nachgewiesen, aber so wenig, dass man nicht unterscheiden konnte, ob H_2O_2 oder $H_2S_2O_8$ gegenwärtig war. Diese Reaction hatte Hr. Dr. Wolffes die Güte, für mich zu machen.

Wilsmore giebt an, dass in der Flüssigkeit nach Behandlung nicht mit Ozon, sondern nur mit Sauerstoff nach 3—4 Tagen H_2O_2 nachgewiesen werden konnte. Es war nun der Einfluss dieser Körper auf die elektromotorische Kraft in Betracht zu ziehen. H_2O_2 zur Flüssigkeit der Sauerstoff-

elektrode hinzugefügt macht dieselbe nach Wilsmore anodischer um 0,09—0,12 Volt.

Richarz[1]) fand die elektromotorische Kraft einer in eine Lösung von $H_2S_2O_8$ tauchenden Elektrode gegen eine Quecksilberelektrode gleich 0,75 hohe Daniell. Ich selbst fand, indem die $H_2S_2O_8$ enthaltende Flüssigkeit durch Elektrolyse hergestellt und durch Auskochen von Ozon befreit wurde, jene elektromotorische Kraft gleich 0,7 Volt. Als ich dann Ozon durchleitete, stieg die Kraft bis 0,857 Volt. Die elektromotorische Kraft der Ozonelektrode in normaler Schwefelsäure ergab sich vor und nach der Behandlung mit $H_2S_2O_8$ bez. zu 0,843 und 0,861.

Doch handelt es sich nach dem obigen um den Einfluss einer sehr kleinen Menge von $H_2S_2O_8$. Eine solche, der Flüssigkeit um die O_2-Elektrode hinzugefügt, ergab die elektromotorische Kraft der O_2-Elektrode gleich 0,413; noch weniger, so wenig, dass eben noch die Reaction mit KJ bemerkbar war, 0,345. Die kleine, bei den Ozonversuchen gegenwärtige Menge von $H_2S_2O_8$ hat daher nur einen kleinen Einfluss auf die elektromotorische Kraft.

§ 9. Jedenfalls schien es nach diesen Versuchen angezeigt, die Elektrode, wenn sie nach der Behandlung mit Ozon wieder als Sauerstoffelektrode dienen sollte, vorher mit frischer, ungebrauchter Flüssigkeit zu spülen, was in dem U-Rohr selbst geschah. So wurde für zwei Platinirungen je eine Reihe von Versuchen gemacht, wobei die Elektrode abwechselnd als O_2- und O_3-Elektrode diente. Die Versuche beziehen sich auf hohen Ozongehalt.

Erste Platinirung.

17°	e_{O_2}	0,404		0,355	
	e_{O_3}		0,816		0,839
0°					0,871

Zweite Platinirung.

17°	e_{O_2}	0,384		0,370		0,359	
	e_{O_3}		0,833		0,859		0,872
0°					0,890		

1) F. Richarz, Zeitschr. f. phys. Chem. 4. p. 18. 1889.

Im Mittel ergiebt sich:

	Erste Platinirung		Zweite Platinirung
$e_{O_3} - e_{O_2}$	0,448	17°	0,484
	0,480	0°	0,515

Gesamtmittel für diese Platinirungen:

$$e_{O_3} - e_{O_2} = 0,466 \quad 17^\circ$$
$$0,498 \quad 0^\circ$$

§ 10. Legt man demnach dem Gaselement des § 2 die elektromotorische Kraft $e_{O_3} - e_{O_2} = 0,5$ Volt bei 0° bei, so liefert dasselbe beim Durchgang von 1 Coulomb eine elektrische Arbeit gleich 0,5 Joule.

Andererseits macht 1 Cb

$$1,046 \,.\, 10^{-4} \text{ g} \quad \text{oder} \quad \frac{1,046 \,.\, 10^{-4}}{2,02} \text{ g-Mol.}$$

Wasserstoff frei, welche in der fraglichen Zelle ebenso viele Ozonmolecüle desozonisiren. Die Desozonisirungsarbeit beträgt also für 1 Cb

$$\frac{1,046 \,.\, 10^{-4}}{2,02} \,.\, 29600 \,.\, 4,189 = 0,642 \text{ Joule.}$$

Es kann also ein beträchtlicher Teil der Desozonisirungsarbeit als elektrische Arbeit erhalten werden, ein um so grösserer, je tiefer die Temperatur.

Von reversibler Wärmeentwickelung ist bei diesen Ueberlegungen abgesehen.

§ 11. Nach Wilsmore l. c. ist bei Anwendung platinirter Platinplatten die elektromotorische Kraft des H_2–O_2-Elementes 1,07 Volt; nach dem Vorstehenden die elektromotorische Kraft des H_2–O_3-Elementes 1,536 bei 17° und 1,568 bei 0°.

Nach Fromme[1]) ist die elektromotorische Kraft der Polarisation platinirter Platinplatten in verdünnter Schwefelsäure 1,81. Zu diesem Wert trägt also teilweise die Gegenwart von Ozon, teilweise, nach den Ergebnissen von Richarz, die Gegenwart von Ueberschwefelsäure bei.

Berlin, Phys. Inst., 13. Juni 1902.

1) C. Fromme, Wied. Ann. 38. p. 362. 1889.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. **Nr. 12.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 27. Juni 1902.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Hr. V. **Bjerknes** (a. G.) demonstrirt die wichtigsten Versuche über die scheinbaren Wirkungen in der Ferne zwischen pulsirenden und oscillirenden Kugeln und bespricht die Analogie dieser Erscheinungen mit den elektrostatischen und magnetischen. Hinsichtlich der Instrumente, der Versuche und der eingehenden Discussion dieser Analogie wird auf das demnächst erscheinende Buch: V. Bjerknes, Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte, nach C. A Bjerknes' Theorie, Band II hingewiesen.

Ferner hält Hr. **W. Marckwald** (a. G.) einen von Demonstrationen begleiteten Vortrag

über das radioactive Wismut (Polonium).

Endlich spricht Hr. **G. Leithäuser**

über den Geschwindigkeitsverlust der Kathodenstrahlen beim Durchgang durch dünne Metallschichten.

Als Mitglied wird in die Gesellschaft aufgenommen:
Hr. Dr. H. Kellner, Scientific Director of the Spencer Lens Co., Buffalo, N. Y. 367/373 Seventh Street.

(Vorgeschlagen durch Hrn. F. F. Martens.)

Ueber das radioactive Wismut (Polonium);
von W. Marckwald.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 27. Juni 1902.)

(Vgl. oben S. 251.)

Das von P. und S. Curie in der Pechblende aufgefundene radioactive Wismut ist in neuerer Zeit sowohl von Giesel[1]) als auch von den Entdeckern[2]) selbst mit mehr oder minderer Bestimmtheit als durch Induction activirtes Wismut angesprochen werden. Die wichtigsten Gründe für diese Annahme waren der von den genannten Autoren beobachtete Rückgang der Activität ihrer Präparate und der Misserfolg bei allen Versuchen, aus dem Product einen radioactiven Bestandteil vom inactiven Wismut zu scheiden.

Aus der Verarbeitung von Joachimsthaler Pechblende stammende Rückstände, welche mir von der Chemischen Fabrik Dr. Richard Sthamer in Hamburg zur Untersuchung überlassen wurden, erwiesen sich ziemlich reich an radioactivem Wismut. Dieses hat nach der Abscheidung seine Activität im Verlaufe von acht Monaten nicht merklich eingebüsst, unterscheidet sich hierin also von den früher beschriebenen Stoffen. Aus diesem Material nun ist es mir gelungen, auf elektrolytischem Wege[3]) ein höchst actives Metall abzuscheiden.

---

1) F. Giesel, Ueber radioactive Substanzen und deren Strahlen, Ahrens' Sammlung chem. und chem.-techn. Vorträge 7. p. 1. 1902.

2) P. u. S. Curie, Compt. rend. 134. p. 85. 1902.

3) Vgl. eine unter gleichem Titel erschienene Abhandlung: Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 35. p. 2285. 1902.

Wenn man nämlich in die salzsaure Lösung des radioactiven Wismutoxychlorids einen Wismutstab eintaucht, so schlägt sich auf diesem das active Metall als ziemlich gut haftender schwarzer Beschlag nieder, dessen Menge noch nicht ein Tausendstel vom Gewichte des Wismutsalzes ausmacht. Das in der Lösung verbleibende Salz wird völlig inactiv. Das abgeschiedene Metall scheint in seinen chemischen Reactionen dem Wismut ausserordentlich nahe zu stehen.

Das kräftige Strahlungsvermögen des neuen Metalles wird zunächst dadurch gekennzeichnet, dass ein Wismutstäbchen, auf dem einige Decimilligramm des Metalles niedergeschlagen sind, ein Elektroskop auf eine Entfernung von einem Decimeter im Augenblick entlädt. Von demselben Stäbchen wird ein Baryumplatincyanürschirm zu kräftiger Phosphorescenz gebracht und die photographische Platte nach einer Einwirkung von 15 Min. kräftig geschwärzt. Ein durch Reiben mit dem Fuchsschwanz elektrisch geladener Guttaperchastab wird durch blosse Annäherung des Stäbchens entladen, ebenso übrigens ein Glasstab, der mit einem amalgamirten Seidenlappen kräftig gerieben worden ist.

Die von dem Metall ausgesandten Strahlen sind, wie dies nach den früher beim radioactiven Wismut gemachten Beobachtungen zu erwarten war, von den Radiumstrahlen charakteristisch unterschieden durch ihre starke Absorbirbarkeit. Sie gehen schon durch Filtrirpapier kaum hindurch. Ein Stäbchen, welches auf das Elektroskop die oben beschriebene, kräftige Wirkung zeigt, wirkt, wenn es von einer einfachen Hülle von Filtrirpapier umgeben ist, kaum stärker als die Joachimsthaler Pechblende selbst. Ein Baryumplatincyanürschirm, bei welchem das Salz zum Schutz mit einem feinen Lack überzogen ist, wird nicht zum Leuchten gebracht, weil die Strahlen vom Lack zurückgehalten werden. Legt man zwischen eine photographische Platte und das Metall ein Seidenpapierkreuzchen, so erhält man ein scharfes Bild dieses Kreuzchens auf der Platte, während bei einem analog mit Radium angestellten Versuche keine Spur von irgend welcher Behinderung der Strahlen durch das Seidenpapier zu bemerken war.

Die Firma Dr. Richard Sthamer beabsichtigt feine Niederschläge des neuen Metalles demnächst in den Handel zu bringen. Da die Wirksamkeit nach dem oben Gesagten lediglich von der Verteilung des Metalles abhängt, so werden sich für physikalische Untersuchungen und Demonstrationen geeignete Präparate mit einem äusserst geringen Aufwand des kostbaren Materiales und also zu einem verhältnismässig billigen Preise herstellen lassen.

Ueber ein Prismenspectroskop mit constanter Richtung des austretenden Strahles; von F. F. Martens.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 13. Juni 1902.)

(Vgl. oben S. 245.)

Für viele spectroskopische Zwecke ist es erwünscht, dass der austretende Strahl constante Richtung hat und dass die Wellenlänge desselben trotzdem auf einfache Weise geändert werden kann. Zur Construction von Spectroskopen, die diese Bedingung erfüllen, sind vier verschiedene Methoden angewandt worden.

1. Das erste Spectroskop, welches Kirchhoff und Bunsen benutzten, war ein solches mit constanter Ablenkung für alle Farben. Diese Wirkung wurde durch Drehen des Prismas erreicht, welches in der Minimumstellung die brechbarsten Strahlen gerade so viel ablenkte wie die weniger brechbaren Strahlen in einer anderen Stellung. Die Methode der Halbprismen von Christie beruht auch darauf, dass man die Ablenkung eines Prismas für dieselbe Wellenlänge durch Drehen des Prismas verändern kann. Neuerdings hat Wülfing dieselbe Idee zur Construction eines Apparates verwandt, bei welchem zwei Flintglasprismen gedreht werden.

2. Auf einfachere Weise erreicht man die Constanz des austretenden Strahles durch Vertauschen von Fernrohr und Collimator. Man befestigt Lichtquelle und Eintrittsspalt an dem drehbaren Rohr eines gewöhnlichen Spectroskopes oder Spectrometers und lässt die Strahlen durch den feststehenden Collimator austreten.

3. Straubel schlägt vor, zwischen den Objectiven zwei spitzwinklige Prismen anzubringen, die in ihrer Ebene um gleiche, aber entgegengesetzte Beträge gedreht werden und je nach ihrer Stellung die Strahlen verschiedener Wellenlänge in dieselbe Richtung ablenken.

4. Die wichtigste Methode ist wohl die, die spectral zerlegten, parallelen Strahlen von einem Spiegel reflectiren zu

lassen; durch Drehen des Spiegels kann man dann jede gewünschte Wellenlänge aus dem feststehenden Austrittsrohr austreten lassen. Am bekanntesten ist wohl die LITTROW-ABBE'sche Methode mit einem Prisma von 30° brechendem Winkel. FUCHS und WADSWORTH einerseits, GOLTZSCH, sowie später PELLIN und BROCA andererseits haben sehr ähnliche Methoden vorgeschlagen. LIPPICH verwendet einen Hohlspiegel und einen Prismenkörper mit reflectirender Endfläche; ein nach diesem Princip von SCHMIDT & HAENSCH gebauter Apparat zeichnet sich durch Abwesenheit störender Reflexe aus.

Besonders originell ist folgende Idee von LOCKYER.[1]) Die von der Lichtquelle kommenden Strahlen treten durch den

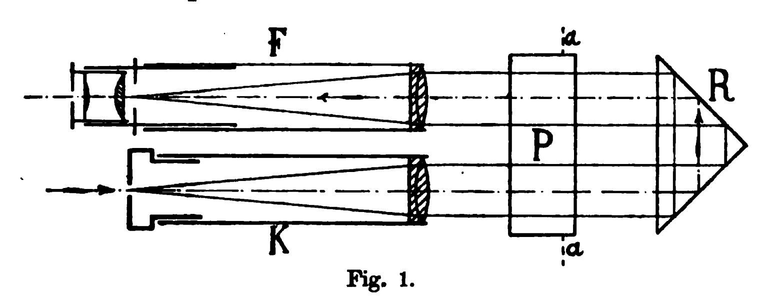


Fig. 1.

Collimator K ein (vgl. Fig. 1) und gelangen nach zweimaliger Reflexion an den beiden Kathetenflächen des rechtwinkligen Prismas R in das Fernrohr F. P ist ein Schnitt durch das Dispersionsprisma, welches zweimal von den Strahlen durchlaufen wird; die in der Fig. 1 gezeichnete Ebene ist in Wirklichkeit zweimal geknickt, und zwar an den verticalen Grenzlinien von P.

Diesen Strahlengang hat nun Verfasser zur Construction des in Fig. 2 abgebildeten Spectroskopes benutzt.

Die vom Lichtbogen L ausgehenden Strahlen werden durch eine Condensorlinse, nachdem sie eine Wasserschicht durchlaufen haben, auf dem Bilateralspalt S concentrirt. Unter dem Collimator K liegt ein Reflexionsprisma, ebenso wie unter dem Fernrohr F, sodass die Strahlen schliesslich in derselben Richtung austreten wie sie eingetreten sind. Das Reflexionsprisma R (in Fig. 1) kann durch die Mikrometerschraube M

1) H. Kayser, Handbuch der Spectroskopie I. p. 517. Leipzig b. S. Hirzel 1900.

(vgl. Fig. 2) um die Axe *a a* messbar gedreht werden; so kann man schnell jede gewünschte Spectrallinie mit dem Fadenkreuz zu Coincidenz bringen.

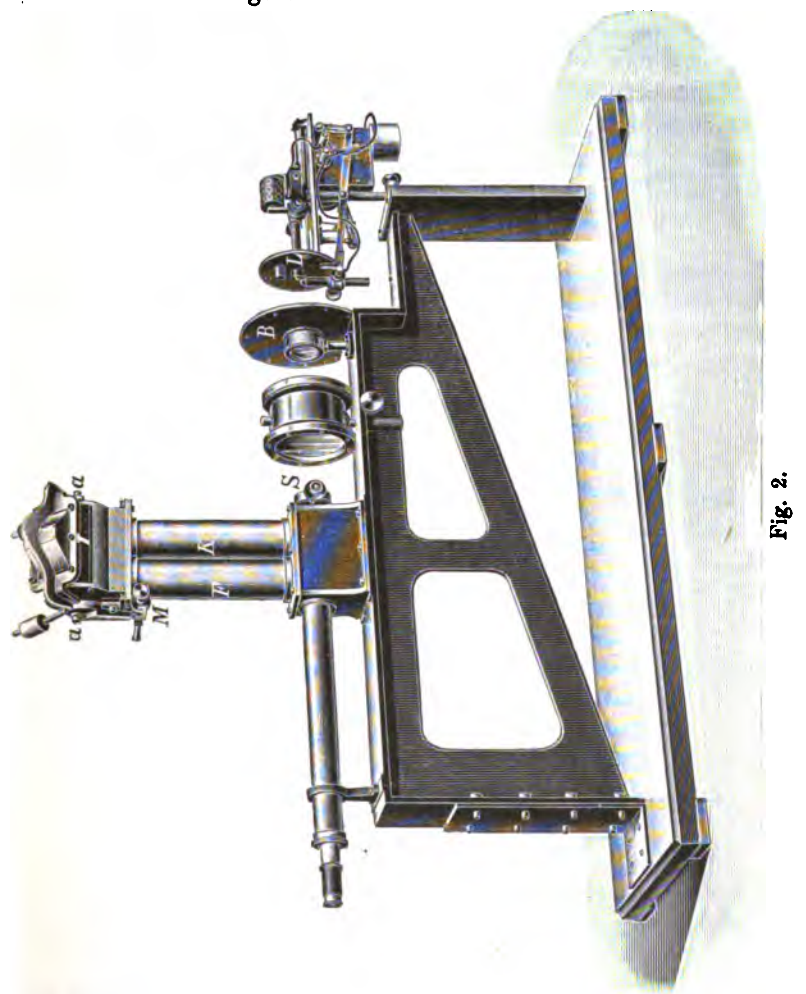


Fig. 2.

Das Fernrohrobjectiv kann durch eine Irisblende beliebig abgeblendet werden. Die Gussteile sind aus Magnalium gefertigt. An Stelle des Oculars kann ein zweiter Spalt eingesetzt werden, wenn man den Apparat zur monochromatischen Beleuchtung benutzen will.

Der Apparat ist auf Anregung von Prof. GAYLORD in Buffalo von SCHMIDT & HAENSCH in Berlin gebaut und soll zur Beleuchtung von Mikroskopen mit einfarbigem Licht dienen. Bei Anwendung kurzwelligen Lichtes vergrössert sich ja bekanntlich das Auflösungsvermögen eines Mikroskopes.

Die Dispersion des entworfenen Spectrums ist eine recht beträchtliche. Der Winkelabstand der FRAUNHOFER'schen Linien C und F beträgt $6^{0}\,8'$; die Schärfe der Linien ist auch bei 60facher Fernrohrvergrösserung tadellos.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 13.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

74. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Karlsbad vom 21. bis 27. September 1902.

Abteilung 2: Physik einschl. Instrumentenkunde und wissenschaftliche Photographie (gemeinschaftlich mit der Deutschen Physikal. Gesellschaft).

Sitzung vom 22. September 1902 Nachmittags.

Vorsitzender: Hr. V. v. LANG (Wien).

Es trugen vor:

Hr. **L. Grunmach** (Berlin): Neue experimentelle Bestimmungen der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten durch Messung der Wellenlänge der auf ihnen erzeugten Capillarwellen.

Hr. **E. Lecher** (Prag): Schirmwirkung der Gase gegen elektrische Schwingungen.

Hr. **E. Warburg** (Berlin): Ueber leuchtenden elektrischen Wind.

Sitzung vom 23. September 1902 Vormittags

(gemeinsam mit Abteilung 4: Chemie einschl. Elektrochemie).

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG (Berlin).

Es trugen vor:

Hr. **K. Schaum** (Marburg): Ueber den photographischen Negativprocess.

Hr. **G. Billitzer** (Wien): Colloidale Metalle.

Hr. **E. Grimsehl** (Hamburg): Ueber den VOLTA'schen Fundamentalversuch.

Hr. **J. Traube** (Berlin): Beitrag zur Theorie von VAN DER WAALS.

Hr. **W. Marckwald** (Berlin): Das radioactive Wismut (Polonium).

Sitzung vom 23. September 1902 Nachmittags

(gemeinsam mit Abteilung 1: Mathematik, Astronomie und Geodäsie).

Vorsitzender: Hr. F. Meyer (Königsberg).

Es trugen vor:

Hr. **F. S. Archenhold** (Treptow): Eine neue Darstellung des Einflusses der Sonnenflecke auf die Erdatmosphäre.

Hr. **W. Kaufmann** (Göttingen): Ueber die magnetische Masse des Elektrons.

Hr. **M. Abraham** (Göttingen): Principien der Dynamik des Elektrons.

Sitzung vom 24. September 1902 Nachmittags.

Vorsitzender: Hr. A. Voller (Hamburg).

Es trugen vor:

Hr. **F. V. Dwelshauvers-Dery** (Lüttich) im Namen von Hrn. **P. de Heen** (Lüttich):

1. Eine neue Theorie der Wimshurst'schen Maschine.
2. Ueber einen Fall von Induction.

Hr. **M. Wien** (Aachen): Ueber die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Höhe.

Hr. **R. Straubel** (Jena):

1. Zusammenhang zwischen Absorption und Auflösungsvermögen.
2. Ueber einen allgemeinen Satz der geometrischen Optik und einige Anwendungen.

Sitzung vom 25. September 1902 Nachmittags.

Vorsitzender: Hr. E. Lecher (Prag).

Es trugen vor:

Hr. **F. Dessauer** (Aschaffenburg): Ueber einen Versuch, die Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen unabhängig vom Vacuum zu reguliren.

Hr. **H. v. Schrötter** (Wien): Demonstration eines Apparates zur Bestimmung der chemischen Lichtintensität.

Hr. **Kotzauer** (Wien): Ursächliche Entwickelung der Naturerscheinungen und der Entwickelung derselben im Weltall aus zwci Grundstoffen.

Hr. **A. Voller** (Hamburg): Demonstration der SLABY'schen und BRAUN'schen Apparate zur Wellentelegraphie.

Hr. **M. Wien** (Aachen): Demonstration eines mechanischen Modelles zur BRAUN'schen Methode der Wellentelegraphie.

Hr. **R. Straubel** (Jena): Demonstration eines Interferenzmessapparates.

Ueber den Volta'schen Fundamentalversuch;
von E. Grimsehl.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 28. September 1902.)

(Vgl. oben S. 259.)

Wohl keine Erscheinung ist in unserer Wissenschaft so vielfach beschrieben und besprochen, wie der sogenannte VOLTA'sche Fundamentalversuch. Besonders die Frage nach dem Ursprung der beim Berühren heterogener Leiter erster Klasse hervortretenden elektrischen Spannungsdifferenz hat zu ungezählten Abhandlungen geführt. Noch vor kurzem standen sich die beiden Ansichten gegenüber: „die Contacttheorie" und die „chemische Theorie"; erst in jüngster Zeit scheint die chemische Theorie endgültig den Sieg davon getragen zu haben. —

Wenn ich es nun heute wage, Ihnen über einige Versuche zu berichten, die die ältere Ansicht, die Contacttheorie, aufs neue stützen, so bin ich mir dessen wohl bewusst, dass man diesen Versuchen, besonders in den Reihen der Chemiker, mit einem gewissen Vorurteil begegnen wird. Trotzdem möchte ich die diesjährige Naturforscherversammlung dazu benutzen, Ihnen die Versuche unter Vorführung der gesamten Versuchsanordnung mitzuteilen, damit entweder auch diese Versuche und ihre Beweiskraft gestürzt werden, oder damit man sich aufs neue an den Gedanken der Möglichkeit einer Contactwirkung gewöhnt, um vielleicht manche Erscheinung zu erklären, deren Erklärung unter Zugrundelegung der chemischen Theorie mindestens gekünstelt erscheint.

Der Ausgangspunkt der ganzen Versuchsreihe war der Wunsch, im Schulunterricht eine möglichst einfache Anordnung zu benutzen, um geringe Spannungsdifferenzen mittels des Blättchenelektrometers nachzuweisen. Nach mehrfachen

Abänderungen construirte ich das vor Ihnen stehende Aluminiumblattelektrometer, das an Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit alle anderen mir bekannten Blättchenelektrometer weit übertrifft. Eine genaue Beschreibung desselben findet sich in der neuesten Nr. 24 der Physikalischen Zeitschrift, weshalb ich hier auf eine nähere Beschreibung desselben verzichten kann. Bemerken will ich nur, dass man mit dem Apparat noch Spannungen von 1 Volt ohne Condensator bequem nachweisen kann. Mittels dieses Elektrometers konnte ich im Schulunterricht mancherlei Versuche bequem ausführen, zu denen man sonst das Quadrantelektrometer benutzt. Besonders gelang der sogenannte VOLTA'sche Fundamentalversuch in so zuverlässiger Weise, dass es sich fast von selbst darbot, diesen viel umstrittenen Versuch genauer zu verfolgen. Die ausserordentliche Constanz des Ausschlages war geradezu verblüffend. Auch als durch besondere Versuchsanordnungen die etwa vorhandene Reibung der Lackschicht, sowie die an der Berührungsstelle etwa auftretende chemische Differenz gänzlich beseitigt war, änderte sich an dem erzeugten Ausschlage nichts. Ich übergehe die Beschreibung dieser Versuchsanordnungen, da sie bei den definitiven Versuchen doch noch abgeändert wurde. Es blieb nur noch die Möglichkeit übrig, dass auf der Gesamtoberfläche der Platten eine chemische Einwirkung der Luft, speciell des Luftsauerstoffs, eintreten könnte. Sorgfältiges Einhüllen der ganzen Platten in eine möglichst gleichmässige Lackschicht diente als erster Schutz gegen atmosphärische Wirkungen. Der Ausschlag der Aluminiumblättchen oder besser die hieraus berechnete Spannung änderte sich nicht.

Da aber dieser Lackschutz doch kein unbedingtes Schutzmittel war, denn in etwa entstehende Sprünge desselben konnte der Sauerstoff der Luft eindringen, auch war ja während des Lackirens der Einfluss der Luft nicht ausgeschlossen, so entschied ich mich dazu, diese Lackschicht ganz zu verlassen und musste dafür sorgen, dass einerseits die condensirende Wirkung der beiden Platten auch ohne directe Berührung möglich war, dass andererseits die Versuche im abgeschlossenen Raume, der mit beliebigen Gasen gefüllt werden konnte, ausgeführt werden konnten.

Das Elektrometer und die Einfachheit der Handhabung des Condensators gestattete, den ganzen Apparat unter diese Glasglocke (Fig. 1) zu bauen. Nur bedurfte die Glasglocke einiger besonderer Vorrichtungen, damit alle Manipulationen, die bei einer längeren Versuchsreihe notwendig wurden, von aussen vorgenommen werden konnten.

Zuerst bedurfte es einer metallischen Ableitung des Elektrometergehäuses. Zu dem Zwecke ist die zur Aufstellung der Glocke dienende Glasplatte an einer Stelle durchbohrt und in diese Durchbohrung ist ein kurzer Messingstift eingekittet, der unten auf einem federnden Blechstreifen ruht, auf dem die hier unten befindliche Ableitungsklemme befestigt ist. Andererseits ist der Messingstift oben zu einer Platte mit kleiner Nute ausgebildet, auf welcher der eine als Stellschraube dienende Fuss des Elektrometers ruht. Die beiden anderen Füsse sind auf eine dicke Messingplatte aufgeschraubt, doch so, dass eine Neigung des Apparates durch die Stellschraube des ersten Fusses noch möglich ist. Diese dicke Messingplatte war nötig, damit bei den später erfolgenden Berührungen an den oberen Teilen des Elektrometers keinerlei Verschiebungen eintraten.

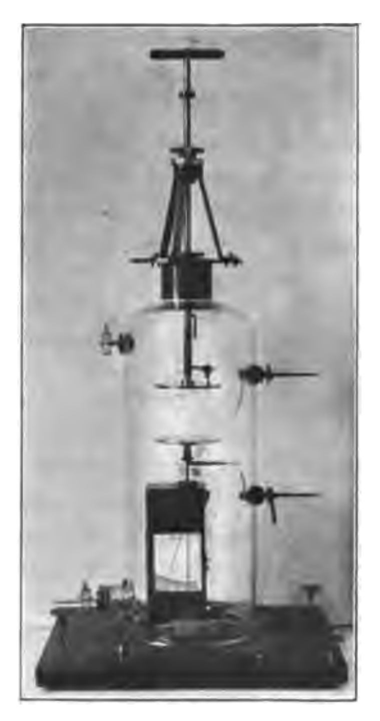


Fig. 1.

Um die obere bewegliche Condensatorplatte des Apparates in vorgeschriebener Weise bewegen, d. h. verschieben und drehen zu können, hat die Glasglocke oben einen Tubus, in dem eine Stopfbüchse möglichst centrisch und axial eingekittet ist. Die genaue Justirung der axialen Stellung der Stopfbüchse und der in derselben sich bewegenden Condensatorstange geschieht durch eine oberhalb der Stopfbüchse

sitzende Führungsschraube. Zu dem Zwecke besteht die obere Platte der Stopfbüchse aus einer grossen, kräftigen Messingscheibe, auf der drei Füsse durch Zug- und Druckschrauben befestigt sind. Diese Füsse laufen oben zusammen und sind an eine Mutter mit 1 mm Ganghöhe festgeschraubt. Der äussere Rand dieser Mutter trägt eine Trommelteilung in 100 Teile. In die Mutter ist eine genau passende Schraube eingesetzt, die so ausgebohrt ist, dass die Condensatorstange fast ohne Reibung hindurchgeht. An dem Rändelkopf der Schraube sitzt ein Index, der sich beim Drehen der Schraube über der Trommelteilung dreht. Durch Verstellung der an den drei Füssen der Führungsmutter sitzenden Zug- und Druckschrauben lässt sich eine äusserst genaue Justirung der axialen Stellung der Condensatorstange vornehmen. Die Condensatorstange trägt ferner noch einen durch Schrauben feststellbaren Anschlagring, welcher beim Abwärtsbewegen der Stange auf den Kopf der Führungsschraube stösst und somit die Abwärtsbewegung der Condensatorstange begrenzt. Es ist ersichtlich, dass durch die getroffene Anordnung die Begrenzung der Abwärtsbewegung bis auf 0,01 mm genau ausführbar ist.

Die Condensatorstange selbst ist eine cylindrische Messingstange, die an ihrem oberen Ende zur bequemen Handhabung eine Querstange trägt. An dem unteren in der Glasglocke sitzenden Ende befindet sich eine Messingverstärkung, die verhindert, dass die Stange ganz aus der Glocke herausgezogen wird. An diese schliesst sich nach unten ein kurzes Ende eines best isolirenden Hartgummistabes an, und an diesem ist die Messingfassung der oberen Condensatorplatte festgeschraubt. Die Messingfassung ist mit einem seitlichen Messingstab versehen, dessen äusseres Ende etwas über die Condensatorplatte hinausragt und auf dieses Ende ist eine Hülse festgeschraubt, an der ein oben und unten in einem Platindraht endigender, verticaler Arm befestigt ist. Die untere Condensatorplatte ist mittels dreier seitlichen Schrauben, die eine genaue Justirung der Stellung dieser Platte gestatten, auf der Elektrometerstange direct festgeschraubt. Die Elektrometerstange trägt einen seitlichen, in einen Platindraht endigenden Arm.

Um dem Innern der Glasglocke beliebige Gase zuführen zu können, oder um dieselbe evacuiren zu können, ist die Glasglocke an der einen Seite mit zwei Durchbohrungen versehen, in welche Glashähne luftdicht eingesetzt sind, und zwar sind diese Durchbohrungen möglichst am oberen und unteren Ende angebracht, um leichte oder schwere Gase bequem zuführen zu können.

Auf der den Glashähnen entgegengesetzten Seite sind zwei andere Durchbohrungen der Glaswand vorgenommen. In diesen sitzen die beiden Ladevorrichtungen für die beiden Condensatorplatten bez. für das Elektrometer. Die Ladevorrichtungen bestehen aus schlank conischen Messingaxen, die sorgfältig in isolirenden Führungen eingeschliffen sind, die mittels zweier Messingscheiben und dazwischen gelegten Lederscheiben luftdicht in die Glaswandungen eingesetzt sind. Die in die Führungen passenden Messingaxen endigen aussen in kleinen Messinghülsen zur Aufnahme von Klemmschrauben. Ausserdem haben die Axen aussen einen Rändelkopf und einen Hartgummigriff, mittels welchem sich die Axen drehen lassen. Im Innern der Glocke ist auf den Axen je ein gebogener seitlicher Arm angebracht, der in einen Platindraht endigt. Die Anordnung ist so getroffen, dass man durch eine Drehung am aussen befindlichen Hartgummigriff die an den Ladevorrichtungen befindlichen Platindrähte mit den an den Condensatorstangen bez. am Elektrometer befindlichen seitlichen Platindrähten in Berührung bringen kann. Der ganze Apparat ist auf ein kräftiges Holzbrett, das auf drei Stellschrauben ruht, montirt. Nachdem der Apparat auf einem festen Wandconsol mit äusserster Sorgfalt so aufgestellt und justirt war, dass das Elektrometer die höchste Empfindlichkeit zeigte, und dass sich beim Bewegen der oberen Condensatorplatte dieselbe absolut genau parallel der unteren bewegte (auf die Ausführung dieser Justirung gehe ich hier nicht ein), liess sich nachweisen, dass eine Hebung bez. Senkung der oberen Platte mit Sicherheit Trennung bez. möglichst vollkommene Berührung der beiden Platten herstellte. Da aber bei den seitlichen Berührungen mit den Ladevorrichtungen leicht eine minimale Verkantung der einen oder anderen Condensatorplatte eintrat, welche dann unbeabsichtigte Berührung bewirken konnte, so

wurde später bei den Versuchsreihen dauernd mit einem Plattenabstande von 0,05 mm gearbeitet. Dieses entspricht bei den vorliegenden Dimensionen der Platten ziemlich genau der Verstärkungszahl 100 des Condensators. Es war also bei dieser Anordnung möglich, noch Spannungen von 0,01 Volt sicher nachzuweisen. Spätere Versuche ergaben die Richtigkeit dieser Genauigkeit.

Bei der Ausführung der Spannungsmessungen war die Zinkplatte dauernd unten auf dem Elektrometer befestigt, die Kupferplatte war die bewegliche obere Platte. Die Spannungsmessungen wurden nach der Compensationsmethode in folgender Weise ausgeführt.

Der untere Ladearm stand durch einen Draht in leitender Verbindung mit der Grundplatte und dem Gehäuse des Elektrometers, welche ihrerseits dauernd mit der Erde leitend verbunden waren. Als Erde, also als Nullspannung diente bei allen Versuchen eine Ansteckdose, die in unmittelbarer Nähe des Apparates an der Wand befestigt war, und die durch einen dicken Kupferdraht mit der Gas- und Wasserleitung des Gebäudes verbunden war. Der verbindende Kupferdraht war an der Gas- und Wasserleitung angelötet. An derselben Ansteckdose war der negative Pol eines Accumulators, die negative Klemme eines Westonvoltmeters und das eine Ende eines 2 m langen, über einer Teilung aufgespannten Nickelindrahtes leitend angeschlossen. Der zweite Pol des Accumulators war unter Zwischenschaltung eines Ausschalters an das andere Ende des Nickelindrahtes angeschlossen, sodass längs des ganzen Drahtes die Spannungsdifferenz von 2 Volt, also pro Centimeter die Spannungsdifferenz 0,01 Volt herrschte.

Der obere Entladearm war mit der posiven Klemme des Voltmeters und mit einer auf dem Nickelindraht verschiebbaren Klemme verbunden. Man konnte also die an dem oberen Entladearm herrschende Spannung sowohl am Messdraht wie am Voltmeter ablesen. Da es sich nur um statische Ladungen des Ladearmes oder der Condensatorplatten handelte, war der Einfluss der Drahtverbindungen gleich Null. Die beiden Condensatorplatten waren vor dem Einsetzen in den Apparat eben geschliffen und polirt, dann waren sie einen Tag lang der freien Zimmerluft ausgesetzt. Nachdem so die Versuchsreihe

vorbereitet war, wurde die obere Condensatorplatte der unteren bis auf 0,05 mm genähert und durch Drehung der oberen Platte die leitende Verbindung der beiden Platten durch die angesetzten Platindrähte hergestellt. Dann wurde durch Rückwärtsdrehen der Platte die leitende Verbindung wieder unterbrochen und die obere Platte gehoben. Ein starker Ausschlag des Blättchens zeugte von positiver Spannung der Zinkplatte. Nun wurde die obere Platte wieder gesenkt und durch Drehen der Ladearme und Verschiebung der Klemme auf dem Nickelindraht versucht, der oberen Platte eine solche Ladung mitzuteilen, dass beim Hochheben der oberen Platte kein Ausschlag erfolgte. Dieses trat ein, als man der oberen Platte eine positive Ladung von 0,86 Volt zuführte und nach dieser Zuführung die Ladearme wieder zurückdrehte. Es war also bei einer künstlich zugeführten positiven Spannung von 0,86 Volt die condensatorische Wirkung der oberen Platte beseitigt; daraus folgt, dass die obere Platte ohne diese künstlich zugeführte Ladung gegenüber der unteren Platte eine negative Ladung von 0,86 Volt hatte. Diese beobachtete Spannung stimmt auch mit den sonst beobachteten Spannungen überein. Betrug die zugeführte Spannung mehr als 0,87 Volt oder weniger als 0,85 Volt, so trat beim Hochziehen der oberen Platte jedesmal ein durch ein Fernrohr beobachteter Ausschlag ein, der der Grösse nach ungefähr mit der Abweichung von 0,86 Volt porportional war. Genauere Messungen dieser Proportionalität wurden, weil ausserhalb des Rahmens der beabsichtigten Versuchsreihe liegend, nicht ausgeführt. Es wäre ja aber ein Leichtes gewesen, solche Messungen zu machen, wenn man in dem Beobachtungsfernrohr statt des Fadenkreuzes ein Ocularmikrometer angebracht hätte.

An drei aufeinander folgenden Tagen, am 4., 5. und 6. August, wurden diese Beobachtungen viele hundertmal mit absolut demselben Erfolge wiederholt.

Nun wurde die Glasglocke mit Leuchtgas gefüllt, indem das Leuchtgas durch den oberen Hahn einströmte und den Apparat durchströmte. Eine mehrfach wiederholte Messung der oben beschriebenen Art wurde dann noch am selben Tage und am folgenden Tage gemacht. Die Messung ergab genau dasselbe Resultat. Darauf wurde die Glasglocke mittels einer

Quecksilberluftpumpe evacuirt, wieder mit Leuchtgas gefüllt und wieder evacuirt. Auch jetzt trat keine Spannungsänderung ein. Nachdem die Glocke im evacuirten Zustande einen Tag lang gestanden hatte, wurde sie mit elektrolytisch entwickeltem Wasserstoffgas gefüllt. Dann wurde dieselbe Füllung nach jedesmaligem Leerpumpen an 10 aufeinander folgenden Tagen wiederholt. Zwischendurch blieb die Glocke zweimal einen Tag lang im evacuirten Zustande stehen. Auch jetzt änderte sich die Spannung nicht. Hierauf fand eine zweimalige Füllung mit Stickstoff, eine einmalige Füllung mit Kohlendioxyd und eine zweimalige Füllung mit Sauerstoff statt. Die letzte Sauerstofffüllung blieb dann bis zum 12. September unter der Glocke, an welchem Tage ich den Apparat auseinander nahm, um ihn für den heutigen Vortrag einzupacken.

Da nun bei allen diesen Versuchen absolut gar keine Veränderung der Spannung eintrat, so kann ich mir nicht recht vorstellen, wie man sich die chemische Wirkung der Gase denken soll. Auch wenn man annimmt, dass trotz aller Erneuerung und sorgfältiger Ausspülung der Glocke mit anderen Gasen noch Sauerstoffspuren vorhanden gewesen sind, die chemisch hätten einwirken können, so hätte nach meinem Dafürhalten wenigstens eine merkbare Veränderung der Spannung eintreten müssen; oder sollten die Sauerstoffspuren ein unerschöpflicher Born für elektrische Spannungen sein?

Ich habe die Absicht, dieselben Versuche noch auf einen längeren Zeitraum auszudehnen und werde zu gegebener Zeit die Versuchsresultate veröffentlichen. Die hier mitgeteilten Beobachtungen schienen mir aber schon der Mitteilung wert zu sein.

Ich kann mir nach diesen Messungsresultaten die entstehende oder vielmehr bestehende Spannungsdifferenz nur so vorstellen, wie es schon von Helmholtz in klarer Weise auseinandergesetzt ist, dass nämlich jedes Metall eine ihm eigentümliche specifische Spannung besitzt, die es sofort annimmt, wenn es leitend mit dem Nullpotential der Erde verbunden ist. Diese specifische Spannung ist aber energetisch unwirksam, sodass also zwei verschiedene Metalle, die ihre specifische Spannung schon angenommen haben, ihre verschiedenen Spannungen nicht ausgleichen, dass aber, wenn sie dieselben noch

nicht besitzen, so lange ein Ueberströmen elektrischer Ladung von dem einen zum anderen Metall erfolgt, bis die normale Spannungsdifferenz eingetreten ist.

Diese Ansicht widerspricht auch keineswegs dem Energiegesetze, wenn man nur bei den Metallen wohl unterscheidet zwischen der wirklich herrschenden und der energetisch wirksamen Spannungsdifferenz.

Wenn man die bei den beschriebenen Versuchen herrschende Anordnung schematisch aufzeichnet und dann den Energieinhalt der bewegten Condensatorplatte berechnet, so kommt man zu einem Urteil über den zur Bewegung der Platte erforderlichen mechanischen Arbeitsaufwand und über die bei der Berührung der Platten zum Ausgleich kommende elektrische Energie, die dann in Form von Stromwärme an die Umgebung abgegeben wird.

Es stelle L eine capacitätsfreie mit der Erde verbundene Leitung dar, an die an dem einen Ende die Kupferplatte *Cu* festgelötet ist. Das andere Ende der Leitung endige in derselben Horizontalebene in D. Eine Zinkplatte *Zn* möge horizontal beweglich so angebracht sein, dass sie ohne Erzeugung von mechanischer Lageenergie sowohl mit *Cu* in Berührung gebracht werden (Stellung A), wie auch mit dem capacitätsfreien Ende D der Leitung berührt werden kann (Stellung B).

Die auf der Kupferplatte wegen der dauernden Verbindung mit der Erde dauernd gleichbleibende Spannung möge als Nullspannung angenommen werden.

Macht man nun die Annahme, dass sich bei Berührung der Zinkplatte mit der Kupferplatte auf der Zinkplatte die dem Zink normal zukommende, oder die dem Zink specifische Spannung V herstellt, so lässt sich der Energieinhalt der Zinkplatte in den Stellungen A und B sowohl vor als nach der Berührung berechnen. Dabei ist aber auf einen wichtigen Unterschied aufmerksam zu machen. Da nämlich nach der oben gemachten Annahme die normale Spannung des Zinkes gleich V ist, so kann, wenn das Zink diese Spannung besitzt, bei der Berührung des Zinks mit dem Kupfer kein Spannungsausgleich erfolgen, es kann also weder ein Strom noch Stromwärme entstehen. Ein solcher Spannungsausgleich und daher

auch Wärmeerzeugung erfolgt nur, wenn diese normale Spannung gestört ist, sei es nun, dass das Zink eine höhere oder eine niedere als diese normale Spannung hat. Wir haben also bei der Berechnung der auf dem Zink herrschenden Spannung die wirkliche, also thatsächlich herrschende Spannung von der verfügbaren, also energetisch wirksamen oder nutzbaren Spannung zu unterscheiden. Diese energetisch wirksame Spannung ist gleich der um V verminderten wirklichen Spannung.

In derselben Weise ist dann auch der scheinbare Energieinhalt, der sich aus der wirklichen Spannung berechnet, zu

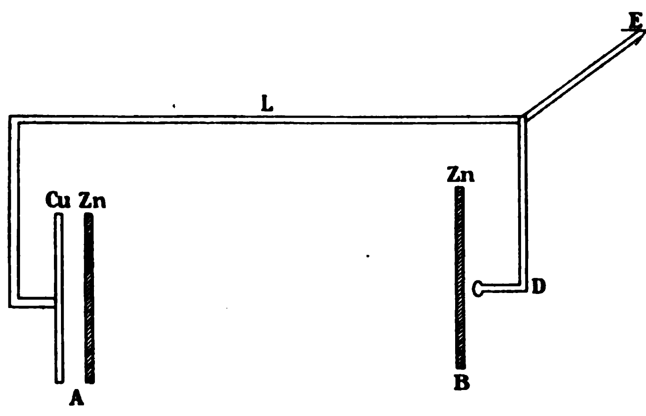


Fig. 2.

unterscheiden von dem wahren Energieinhalt, der nur von der energetisch wirksamen Spannung herrührt. Wir nehmen nun ferner an, dass die freie Zinkplatte ohne Annäherung an die Kupferplatte die Capacität K hat, und dass sie kurz vor der Berührung oder im Augenblicke der Berührung mit der Kupferplatte in A die Capacität nK hat, wo also n die Verstärkungszahl des Condensators (bei meinen Versuchen 100) bedeutet.

Die Werte des nach diesen Auseinandersetzungen berechneten Energieinhaltes der Zinkplatte in den Stellungen A und B vor und nach der Berührung sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Capacität	Wirkliche Spannung	Verfügbare, energetisch wirksame Spannung	Scheinbarer Energieinhalt	Wahrer Energieinhalt	$\frac{1}{2}(n-1)^2 K V^2 = E$ gesetzt
In A nach Berührung	$n K$	V	$V - V = O$	$\frac{1}{2} n K V^2$	$\frac{1}{2} n K O^2 = O$ =	$A_2 = O$
In B vor Berührung	K	$n V$	$n V - V = (n-1) V$	$\frac{1}{2} n^2 K V^2$	$\frac{1}{2}(n-1)^2 K V^2$ =	$B_1 = E$
In B nach Berührung	K	V	$V - V = O$	$\frac{1}{2} K V^2$	$\frac{1}{2} K O^2 = O$ =	$B_2 = O$
In A vor Berührung	$n K$	$\frac{1}{n} V$	$\frac{1}{n} V - V = -\frac{(n-1)V}{n}$	$\frac{1}{2} \frac{1}{n} K V^2$	$\frac{1}{2} n K \frac{(n-1)^2 V^2}{n^2}$ =	$A_1 = \frac{1}{n} E$

Mittels dieser Werte ist sowohl der mechanische Arbeitsaufwand bei der Bewegung der Zinkplatte von A nach B und umgekehrt, nachdem jedesmal in der Anfangsstellung der Bewegung die Zinkplatte die Kupferplatte oder den Draht D berührt hatte, wie auch der bei der Berührung in A und B entstehende Strom, bez. die entstehende Stromwärme zu berechnen. Es ergiebt sich hieraus:

Mechanischer Arbeitsaufwand.

1. Bei Bewegung von A nach B . . . $B_1 - A_2 = E$
2. Bei Bewegung von B nach A . . . $A_1 - B_2 = \frac{1}{n} E$

Stromenergie.

1. Bei Berührung der Platten in B . . . $B_1 - B_2 = E$
2. Bei Berührung der Platten in A . . . $A_1 - A_2 = \frac{1}{n} E$

Es kommt also jedesmal nach Ausführung der Bewegung im einen oder anderen Sinne mit nachfolgender Berührung der ganze mechanische Arbeitsaufwand wieder in Form von Stromwärme zum Vorschein, und zwar, und das ist besonders hervorzuheben, in Form von positiver Stromwärme. Es bedarf also nicht des Heranziehens von PELTIER'scher Kälte, um das Entstehen des normalen Zustandes zu erklären. Es bedarf nur der Annahme, dass ein solcher normaler Zustand existirt.

Glaubt man an diesen normalen Zustand nicht, so ist allerdings auch die Energieberechnung anfechtbar. Ungezählte Versuche haben aber diese normale Spannungsdifferenz konstatirt, ja die von den verschiedenen Forschern mitgeteilten Werte derselben stimmen überein. Die Ihnen heute demonstrirte Versuchsanordnung ist nur eine neue Anordnung, die die Heranziehung oder die Notwendigkeit chemischer Kräfte mindestens unwahrscheinlich macht.

Nun erscheint mir die Annahme, dass zwei verschiedene Metalle einen normalerweise voneinander verschiedenen Spannungszustand besitzen, ebenso plausibel, wie die Verschiedenheit aller ihrer sonstigen specifischen Eigenschaften (spec. Gewicht, Leitungsvermögen, Wärme etc.). Ich sehe keinen zwingenden Grund ein, warum man die Spannung aller sich berührenden Körper als gleich ansehen soll. Thatsächlich nehmen wir ja auch heute bei der Dissociation der Elektrolyte das Bestehen verschieden elektrisch geladener Ionen unmittelbar nebeneinander an. Sollte nicht etwas Aehnliches auch bei metallischen Massen möglich sein?

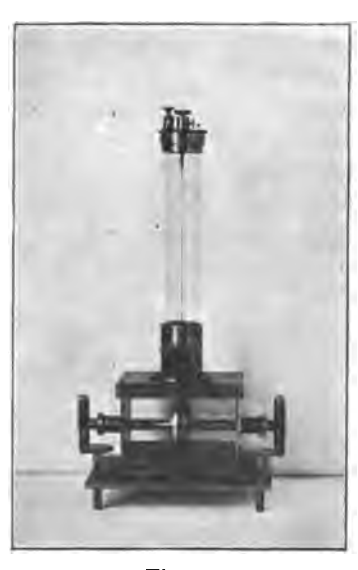


Fig. 3.

Gestatten Sie mir zum Schluss noch, Ihnen einen kleinen Apparat (Fig. 3) zu demonstriren, mittels welchem es mir gelungen ist, auch ohne Kondensator die elektrische Spannungsdifferenz der beiden Metalle Zink und Kupfer direct nachzuweisen. Der Apparat lässt die Frage nach der Herkunft der Ladung unberührt. Wenn man den Apparat, ähnlich wie das Elektrometer bei der vorhin beschriebenen Versuchsanordnung, in einen allseitig geschlossenen Raum einbaut, und dann diesen Raum mit den verschiedensten Gasen füllt, so wird er auch auf diese Frage Antwort geben. Der Apparat besteht aus einem durch zwei Glasplatten verschlossenen Messing-

gehäuse mit einem darauf gesetzten Glasrohr, das einen seitlichen Ansatz für die Spiegelablesung trägt. Das Glasrohr trägt an seinem oberen Ende die Aufhängevorrichtung für ein kreisförmiges Messingblech, das sich im unteren Gehäuse zwischen zwei gleich grossen Metallplatten drehen kann. Diese Metallplatten sind kreisförmig, bestehen aber jede zur Hälfte aus Zink, zur Hälfte aus Kupfer, welche beide Hälften längs eines Durchmessers der kreisförmigen Scheibe zusammengelötet sind. Diese beiden Metallplatten sitzen an den Enden zweier Messingstangen, die je in einer durch die Wände des Gehäuses gehenden Führung drehbar sind. Es ist bei der Herstellung des Apparates besonders Gewicht darauf gelegt, dass die beiden Führungen und die in denselben sich drehenden Messingstangen dieselbe Axe haben, sowie auch, dass bei der Drehung der Messingaxen die beiden Platten sich drehen, ohne im geringsten zu schlagen. An jeder Messingaxe ist aussen eine Querstange angebracht, die der Trennungslinie der beiden Metalle parallel läuft. Ausserdem sitzt auf jeder Führungsaxe ein feststellbarer Anschlagring. Wenn man die Axe in der Führung um 180° dreht, so wird hierdurch bewirkt, dass die Zink- und die Kupferhälfte der Metallscheiben ihre Lage miteinander vertauschen, ohne dass sonst irgend welche Aenderung an dem Apparate eintritt.

Die zwischen den Zink-Kupferplatten hängende Messingscheibe hängt an dem auf dem Glasrohr sitzenden Torsionskopf mittels eines dünnen Metallfadens. Durch eine auf dem Torsionskopfe sitzende Klemmschraube kann der Messingscheibe eine beliebige elektrische Ladung zugeführt werden. Endlich ist an der verlängerten Axe der Messingscheibe ein Ablesespiegel angebracht. Wenn man nun die beiden geteilten Metallscheiben der dazwischen hängenden Messingscheibe bis auf 1 mm nähert und durch Verstellung der Fussschrauben, sowie durch Drehen des Torsionskopfes es dahin bringt, dass die Messingscheibe genau mitten zwischen den geteilten Metallscheiben hängt, so wird, wenn die Aufhängung vollständig symmetrisch ist, die Messingscheibe auch dann ihre Lage unverändert beibehalten, wenn man ihr eine positive oder negative Ladung zuführt. Solch eine symmetrische Lage tritt dann ein, wenn die Trennungslinie der beiden Metalle auf den Platten

horizontal ist und bei beiden Platten entweder das Zink oder das Kupfer die obere Hälfte bildet. Desgleichen tritt keine Aenderung auch bei Zuführung irgend welcher Ladung ein, wenn bei beiden Platten die gleichen Metallhälften gleichzeitig vorne oder gleichzeitig hinten sind. Wenn man aber die Platten so dreht, dass bei der einen Platte die Zinkhälfte vorne, die Kupferhälfte hinten, bei der zweiten Platte dagegen die Kupferhälfte vorne und die Zinkhälfte hinten ist, so tritt bei Ladung der Messigscheibe eine Drehung ein. Der Sinn der Drehung ist stets so, dass das Zink positiv und das Kupfer negativ erscheint. Bei Vertauschung des Vorzeichens der Ladung oder nach Drehung der Metallplatten von 180° erfolgt die Drehung der Messingscheibe stets im umgekehrten Sinne.

Bei dem vor Ihnen stehenden Apparate betrug der beiderseitige Ausschlag bei einer zugeführten Ladung von 30 Volt Spannung und dem vorhin angegebenen Abstande 10 Min.

Ich habe noch nicht die Zeit gehabt, den Apparat sorgfältiger ausführen zu lassen, doch hoffe ich, dass besonders bei empfindlicherer Aufhängung auch schon geringere zugeführte Ladungen einen Ausschlag bewirken. Ich hatte die Absicht, statt des Messingbleches eine Doppelplatte aus Zink und Kupfer zwischen den beiden geteilten Metallplatten aufzuhängen, um so direct die gegenseitige anziehende Wirkung der Metalle ohne zugeführte Ladung zu untersuchen. Bei dem hier vorgeführten Apparate zeigte aber eine solche dazwischen gehängte Doppelplatte keinerlei Wirkung. Ob das auf die Unempfindlichkeit des Apparates zu schieben ist, oder ob trotz verschiedener Spannung keine gegenseitige Anziehung erfolgt (und das letztere vermute ich), werde ich untersuchen, sobald die Herstellung eines empfindlicheren Apparates erfolgt ist. Es war mir aber nicht möglich, einen solchen Apparat vor der Naturforscherversammlung noch fertig zu stellen, geschweige denn die Versuchsresultate hier mitzuteilen.

Eine neue Theorie der Wimshurst'schen Maschine;
von F. V. Dwelshauvers-Dery.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 23. September 1902.)

(Vgl. oben S. 260.)

Prof. de Heen hat mich beauftragt, Ihnen folgende Mitteilung zu machen:

Grundversuch. Wird durch eine schnelle Bewegung ein isolirter Körper AB in die Nähe eines geladenen Körpers C gerückt, so lädt sich AB gleichartig mit C (vgl. Fig. 1).

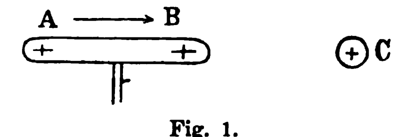


Fig. 1.

Diese Erscheinung kann nicht auf Influenz zurückgeführt werden, da die Ladung in A gleichartig mit der Ladung in B ist.

Wird die Bewegung in entgegengesetzter Richtung ausgeführt, sodass die Körper auseinander gebracht werden, dann nimmt die Bewegungsladung das andere Zeichen an (Fig. 2).

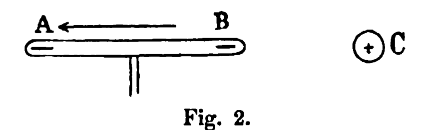


Fig. 2.

Theorie. Die Wimshurst'sche Maschine bildet eine Anwendung dieser Eigenschaft der Bewegungsladung.

Bezeichnen wir durch Striche und punktirte Linien die zweite, unsichtbare Scheibe der Maschine (vgl. Fig. 3).

Nehmen wir an, dass in C eine Spur von elektrisch positiver Ladung vorhanden sei. Die Elemente des Kreisausschnittes $b\,O\,C$ nähern sich C; es entsteht in ihnen positive Bewegungsladung, deren Herankommen die Ladung in C verstärkt.

Im Kreisausschnitt COd findet zwar das Entgegengesetzte statt, jedoch ist die dadurch hervorgebrachte Entladung numerisch kleiner, weil die Fläche selbst kleiner ist.

Die Elemente des Kreisausschnittes dOE laden sich negativ, da sie sich von C entfernen, daher die negative Polarität von E, die sich allmählich verstärkt.

Eine Spur von elektrischer Ladung in C oder in E bestimmt also die Pole der Maschine. Um eine bestimmte Polarität zu erzielen, genügt es, C oder E mit der bewussten Elektricität zu laden.

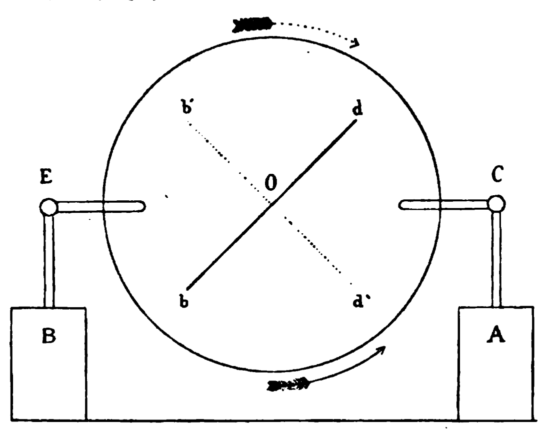


Fig. 3.

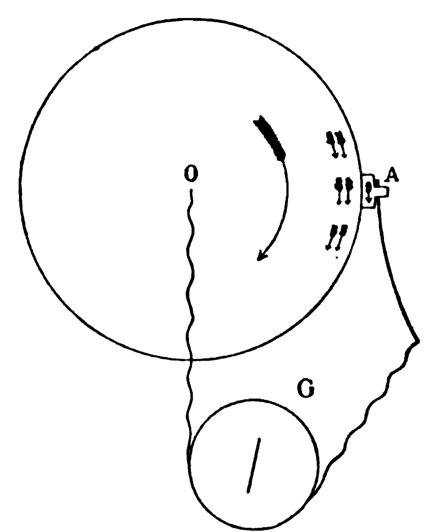
Im Vorstehenden haben wir bloss **eine** Scheibe betrachtet. Auf diese Weise reducirt, functionirt zwar der Apparat noch, jedoch so schwach, dass ein Elektroskop nötig ist, um die Ladung zu entdecken. Bedeutende Wirkungen setzen die vollständige Maschine voraus. Die zweite, unsichtbare Scheibe wirkt gleich der ersten, der positiv geladene Kreisausschnitt $b'OC$ verstärkt die positive Ladung in C; der negativ geladene Kreisausschnitt $d'OE$ verstärkt die negative Ladung in E. Das Wichtigste ist aber die gegenseitige Wirkung der beiden Scheiben aufeinander. Im Winkel dOd' z. B. nähern sich positiv geladene Elemente, die sich durch die entgegengesetzte Drehung mehr und mehr laden. Diese Wirkung ist am stärksten, wenn der Abstand zwischen den beiden Scheiben möglichst gering gemacht wird.

Ueber einen Fall von Induction;
von F. V. Dwelshauvers-Dery.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 23. September 1902.)
(Vgl. oben S. 260.)

Prof. DE HEEN hat mich beauftragt, Ihnen folgende Mitteilung zu machen:

DE HEEN nimmt an, dass die Teilchen eines elektrischen Körpers orientiert sind, ähnlich den Teilchen eines Magneten. Sobald eine äussere Ursache diese Orientation hervorgebracht hat, entwickelt sich der elektrische Strom. Die Erscheinung hat die grösste Aehnlichkeit mit dem statischen Versuche, den wir soeben besprochen haben.



Eine leichte Reibung genügt, um die Orientation zu bewirken. Lässt man z. B. ein Metallrad *O* auf einem festen Körper *A* reiben, so entsteht ein Strom, der durch ein Galvanometer *G* sichtbar gemacht werden kann.

Wir haben es hier nicht mit einem thermoelektrischen Strom zu thun, denn sobald die Drehung aufhört, nimmt die Nadel ihre Ruhestellung wieder ein. Die durch Reibung entwickelte Wärme würde einen anhaltenden Abstand verursachen.

Dreht man den Körper *A* um 90 Grad um seine Axe, so wird der Strom umgewendet, wie es die Lage der durch Pfeile angedeuteten Elemente voraussetzen lässt.

Diese Induction durch Reibung ist als eine Erweiterung der WEBER'schen unipolaren Induction anzusehen; letztere wird allerdings durch die magnetische Orientation der Elemente begünstigt.

Neue experimentelle Bestimmungen der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten durch Messung der Wellenlänge der auf ihnen erzeugten Capillarwellen; von Leo Grunmach.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 22. September 1902.)

(Vgl. oben S. 259.)

Bei den Capillaritätsuntersuchungen, welche in den letzten beiden Decennien von der Normal-Aichungs-Commission im Anschluss an ihre aräometrischen Fundamentalversuche ausgeführt worden sind, um bei der Feststellung der deutschen Urnormale für Aräometer die von den Capillaritätserscheinungen herrührenden Unsicherheiten in aller Strenge zu berücksichtigen, war ausschliesslich die Steighöhenmethode zur Anwendung gekommen, bei welcher die Capillarconstante einer Flüssigkeit bestimmt wird aus der Höhe, bis zu welcher sie in einer Capillarröhre von bekannter Weite ansteigt. Bei der erhöhten Bedeutung, welche die sichere Kenntnis der Capillarconstanten in neuerer Zeit infolge der Untersuchungen von van der Waals, von Eötvös, Ramsay und Shields u. a. für die Molecularphysik gewonnen hat, erschien es deshalb wünschenswert und wichtig, noch eine zweite Messungsmethode zur Anwendung zu bringen, welche unabhängig von jeder Annahme über die Grösse des Randwinkels und unabhängig von der Natur und der Benetzungsart der Gefässwände überdies auch noch da mit Erfolg anwendbar zu sein schien, wo die Steighöhenmethode fast oder ganz versagt, nämlich, wenn es sich um die Untersuchung zäherer Flüssigkeiten, wie concentrirterer Zuckerlösungen, concentrirterer Glycerin- oder Schwefelsäuremischungen etc. handelt. Als solche Methode erschien die Capillarwellenmethode besonders geeignet, bei welcher die Capillarconstante einer Flüssigkeit bestimmt wird aus der Wellenlänge der Capillarwellen, die auf der Flüssigkeitsoberfläche durch Schwingungen bekannter Periode, am besten durch die Schwingungen einer mit Spitzen versehenen Stimmgabel, erzeugt werden können. Im Folgenden will ich die Ergebnisse der nach dieser Methode bei der Normal-Aichungs-Commission

während der letzten Jahre von mir ausgeführten Untersuchungen mitzuteilen mir erlauben.[1])

Allgemein erhält man für die Oberflächenspannung die Gleichung

$$\alpha = \frac{1}{2\pi}\sigma n^2 \lambda^3 - \frac{g\lambda^2\sigma}{4\pi^2} \text{ dynen/cm},$$

bez.

$$\alpha = \frac{1}{2\pi g}\sigma n^2 \lambda^3 - \frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} \text{ gramm/cm}.$$

Hierin bedeuten g die Erdbeschleunigung, n die Schwingungszahl in der Secunde, σ die Dichte der Flüssigkeit und λ die Wellenlänge in Centimetern.

Bei Anwendung von Stimmgabeln hoher Schwingungszahl ist das zweite Glied nur von geringem Einflusse auf den Wert von α.

Um eine Vorstellung von dem Einflusse und der Grösse des von der Schwere herrührenden Correctionsgliedes $\lambda^2\sigma/4\pi^2$ zu gewinnen, seien einige numerische Werte desselben in g/cm, wie sie sich bei Anwendung der benutzten Stimmgabeln von 157 bez. 253 Schwingungen pro Secunde für Quecksilber, Wasser und Alkohol ergeben, hier mitgeteilt:

Quecksilber $\sigma = 13{,}552$	Wasser $\sigma = 0{,}999$	Alkohol $\sigma = 0{,}796$
für[2]) $\lambda = 0{,}209$ cm ist $\frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} = 0{,}0150$ g/cm,	für $\lambda = 0{,}272$ cm ist $\frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} = 0{,}0019$ g/cm,	für $\lambda = 0{,}186$ cm ist $\frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} = 0{,}0007$ g/cm,
für $\lambda = 0{,}200$ cm ist $\frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} = 0{,}0187$ g/cm,		
für $\lambda = 0{,}154$ cm ist $\frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} = 0{,}0081$ g/cm,		
für $\lambda = 0{,}143$ cm ist $\frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} = 0{,}0070$ g/cm	für $\lambda = 0{,}193$ cm ist $\frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} = 0{,}0009$ g/cm	für $\lambda = 0{,}138$ cm ist $\frac{\lambda^2\sigma}{4\pi^2} = 0{,}0004$ g/cm

1) L. Grunmach „Wissensch. Abhandl. der Kais. Normal-Aichungs Commission", III. Heft, p. 101—198. 1902. Verfasser hat die Methode auch zur Bestimmung der Oberflächenspannung von geschmolzenen Metallen, sowie von verflüssigten Gasen angewendet. Vgl. L. Grunmach, Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. 1. p. 13. 1899; Ann. d. Phys. 3. p. 659. 1900; ferner L. Grunmach, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Gesamtsitzung vom 26. Juli 1900; Ann. d. Phys. 4. p. 367. 1901 und L. Grunmach, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Gesamtsitzung vom 25. Juli 1901; Ann. d. Phys. 6. p. 559. 1901.

2) Diese Werte von λ entsprechen den beobachteten Grenzwerten der Wellenlängen.

Da in der Gleichung für die Oberflächenspannung die Schwingungsanzahl in der zweiten und die Wellenlänge in der dritten Potenz vorkommt, so hat eine Unsicherheit in der Bestimmung dieser beiden Grössen eine zweimal bez. dreimal so grosse Unsicherheit in der Bestimmung der Oberflächenspannung zur Folge. Um numerisch den Einfluss festzustellen, welchen die Unsicherheit in der Kenntnis der Schwingungsanzahl bez. der Wellenlänge oder der Dichte der zu untersuchenden Flüssigkeit auf die Genauigkeit der Bestimmung ihrer Oberflächenspannung hat, differentiire man die Gleichung

$$\alpha = \frac{n^2 \lambda^3 \sigma}{2\pi}$$

der Reihe nach partiell nach n bez. nach λ und σ.

Nimmt man dann an, dass die Unsicherheit in der Bestimmung von n eine Schwingung in der Secunde, in der Bestimmung von λ 0,01 mm und in der Bestimmung von σ eine Einheit der dritten Decimale betrage, so ergiebt sich, dass bei Anwendung einer Stimmgabel von 157 Schwingungen in der Secunde die Genauigkeit der Bestimmung der Oberflächenspannung beeinflusst wird durch

	bei Quecksilber ,	bei Wasser
einen Fehler von $\partial n = 1$	um etwa 1,3 Proc.	um etwa 1,3 Proc.
„ „ „ $\partial \lambda = 0{,}01$ mm	„ „ 1,4 „	„ „ 1,1 „
„ „ „ $\partial \sigma = 0{,}001$	„ „ 0,01 „	„ „ 0,1 „ ,

und dass bei Anwendung einer Stimmgabel von 253 Schwingungen in der Secunde die Genauigkeit der Bestimmung der Oberflächenspannung beeinflusst wird durch

	bei Quecksilber ,	bei Wasser
einen Fehler von $\partial n = 1$	um etwa 0,8 Proc.	um etwa 0,8 Proc.
„ „ „ $\partial \lambda = 0{,}01$ mm	„ „ 2,0 „	„ „ 1,5 „
„ „ „ $\partial \sigma = 0{,}001$	„ „ 0,01 „	„ „ 0,1 „

Man erkennt hieraus, dass die Genauigkeit der Bestimmung der Oberflächenspannung vorzugsweise von der Sicherheit abhängig ist, mit welcher die Schwingungsanzahl der erregenden Stimmgabel bekannt ist, und von der Genauigkeit, mit welcher die Wellenlänge der Capillarwellen gemessen werden kann.

Die Hauptanforderung, welche man an eine Stimmgabel zur Erzeugung bequem und sicher messbarer Capillarwellen

zu stellen hat, ist die, dass ihr Ton ein starker und möglichst lange andauernder ist. Auf die Dauer des Tönens sind aber nicht nur die Natur und die Behandlungsweise des Materials und die Dämpfung der Flüssigkeit, sondern auch Form und Dimensionen der Stimmgabel von grösstem Einflusse. Bei den im Folgenden mitzuteilenden Versuchen kamen zwei von Hrn. Mechaniker HANS HEELE aus bestem Dannemora-Gussstahl hergestellte Stimmgabeln zur Verwendung, deren Maassverhältnisse sich nach vielen mit verschieden dimensionirten Stimmgabeln ausgeführten Vorversuchen als die günstigsten ergeben hatten.

Bei der ersten beträgt die Länge der Zinken 15 cm, die Breite des rechteckigen Querschnitts derselben 1,4 cm und die Dicke 0,7 cm. Der innere Abstand der unteren Zinkenenden beträgt 1,4 cm, der weiteste oben am Sattel 1,9 cm. In die unteren Flächen der Zinken, und zwar genau in die Mitten derselben, sind feine Gewinde gebohrt, in welche die beiden genau gleich langen (1,3 cm), mit Gewinden versehenen Stahlspitzen fest eingeschraubt sind. Sie liegen in einer Ebene, ihr Abstand beträgt abgerundet 2,05 cm. Die Schwingungsanzahl ist von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bestimmt und durch die Gleichung gegeben

$$n_t = 253,13 - 0,0025\,(t - 19,1^0) \pm 0,05.$$

Mit ihrem Stiel ist die Stimmgabel in einen starken prismatischen eichenen Halter von quadratischem Querschnitt unverrückbar fest eingeschraubt und wird bei den Versuchen in verticaler Lage in einem Stativ von folgender Form befestigt. (Fig. 1.) Eine starke nivellirbare Grundplatte trägt zwei solide verticale Säulen, welche durch zwei starke, parallele, in derselben Verticalebene liegende horizontale Querbalken miteinander verbunden sind. In der Mitte dieser Querbalken befinden sich quadratische Oeffnungen, welche genau gleich gross sind und vertical untereinander liegen, sodass durch sie hindurch der quadratisch geformte Stimmgabelhalter mit sanfter Reibung geführt und durch zwei Druckschrauben festgeklemmt werden kann. Eine Feinverstellung der Stimmgabel in verticaler Richtung kann mittels eines am oberen Ende des Stimmgabelhalters befindlichen Schraubengewindes bewirkt werden.

Bei der zweiten, grösseren Stimmgabel beträgt die Länge

der Zinken bis zum Sattel 24 cm, der rechteckige Querschnitt derselben hat 2,6 cm Breite und 1,2 cm Dicke, der innere Abstand der Zinken ist am unteren Ende 0,7 cm, der weiteste am Sattel 1,8 cm. Anstatt der Stahlspitzen sind in die unteren Flächen, und zwar wieder in die Mitten derselben, auf das sorgfältigste gearbeitete Platinspitzen eingeschraubt, die in einer Ebene liegen und deren Abstand 1,8 cm beträgt. Mit ihrem Stiel ist die Gabel wieder in einen sehr starken prismatischen Halter von gleichseitig dreieckigem Querschnitt fest eingeschraubt, welcher in einem dem vorhin beschriebenen ähnlichen, nur bei weitem stärker gebauten Stativ auf- und abbewegt und befestigt werden kann. Die Verticalbewegung wird mittels Trieb- und Zahnstange bewirkt.

Die Schwingungsanzahl der ganzen oder Doppelschwingungen, welche die Stimmgabel bei der Temperatur t^0 C. in der Secunde ausführt, wenn sie in dem dazu gehörigen Stativ mit nach unten hängenden Zinken eingespannt mit kleiner Amplitude schwingt, ist nach Bestimmungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durch die Formel gegeben:

$$n_t = 156{,}94 - 0{,}016\,(t - 19) \pm 0{,}03.$$

Die zu untersuchenden Flüssigkeiten befanden sich in hinreichend tiefen und weiten Gefässen, um störende Einflüsse, welche durch Reflexion der Wellen an den Wänden, sowie durch Reibung an der Bodenfläche hervorgerufen werden könnten, auszuschliessen, und zwar anfänglich in einem cylindrischen Porzellangefässe, welches auf einer starken, durch drei Stellschrauben zu horizontirenden Eisenplatte ruhte, die auf die Grundplatte des Statives aufgesetzt war (Fig. 1). Im Laufe der Versuche erwies sich indessen diese Aufstellung nicht ausreichend, um fremde störende Erschütterungen der Flüssigkeitsoberfläche auszuschliessen.

Durch die Schwingungen der erregenden Stimmgabel wurden nämlich Vibrationen des Stimmgabelstatives und also auch der Grundplatte hervorgerufen, die auch auf die Flüssigkeitsoberfläche störend einwirkten. Zur Beseitigung derselben wurde deshalb bei den späteren Versuchen in der Grundplatte des Stativs ein grosser kreisförmiger Ausschnitt gemacht, durch welchen hindurchragend das Flüssigkeitsgefäss auf einem besonderen dreifussartigen Untersatz ruhte, sodass also Flüssig-

keitsgefäss und Stimmgabelstativ, beide unabhängig voneinander, fest aufgestellt waren. Um schliesslich aber auch noch von gewissen, die Oberflächenspannung in hohem Maasse beeinflussenden Nachwirkungserscheinungen unabhängig zu werden, welche zuerst von Hrn. QUINCKE als „elastische Nachwirkung“ bei Flüssigkeitsoberflächen bezeichnet und untersucht worden sind, und die darin bestehen, dass die Oberflächenspannung der Flüssigkeiten, wenn letztere mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehen, mit der Zeit stark abnimmt, und zwar für verschiedene Flüssigkeiten um verschiedene Beträge, die bis zu 30 Proc. und mehr ansteigen, so ist als Flüssigkeitsgefäss, nach einer von Hrn. RÖNTGEN herrührenden Idee, ein Doppeltrichterapparat angewandt worden, welcher es ermöglicht, in jedem beliebigen Zeitmomente eine frische neue Flüssigkeitsoberfläche herzustellen und unmittelbar darauf, sozusagen in statu nascendi die Oberflächenspannung derselben zu bestimmen.

In Figg. 2 und 3 sind zwei Formen des Doppeltrichterapparates dargestellt. Der kleinere kam ausschliesslich bei den Versuchen mit Quecksilber zur Verwendung. Bei den Messungen der anderen Flüssigkeiten wurde der grössere Apparat angewandt, welcher nach demselben Principe construirt ist. Die zu untersuchende Flüssigkeit wird bei Anwendung des Pressluftballes D aus der WOLF'schen Flasche F durch das dreimal rechtwinklig gebogene Steigrohr S, welches, wenn es mit Flüssigkeit angefüllt ist, wie ein Heber wirkt, unter Vermittelung zweier federnder Glasspiralen in die innere trichterförmige Schale T_1 geleitet, deren oberer Rand eben geschliffen ist. Durch die Hähne H_1 und H_2 kann der Zufluss regulirt bez. abgeschlossen werden, während die über den Rand von T_1 überfliessende Flüssigkeit durch das seitlich am Halse des T_1 umschliessenden Trichtergefässes T_2 angeschmolzene Abflussrohr R abfliesst.

Das zur Messung der Wellenlängen benutzte Ablesemikroskop hat die durch Fig. 4 dargestellte, nach meinen Angaben von der Firma SCHMIDT & HÄNSCH ausgeführte Form. Unmittelbar hinter dem Oculare befindet sich der Mikrometerschlitten M, der zwei in derselben Ebene liegende Fadenkreuzpaare enthält, welche einzeln durch besondere Schrauben

T_1 und T_2 relativ gegeneinander bewegt und in einer beliebigen gegenseitigen Entfernung, die im Maximum dem Abstande (2,05 cm) der beiden Stimmgabelspitzen entspricht, eingestellt werden können. Unabhängig von diesen Fadenkreuzpaaren lässt sich in einer zu ihrer Ebene parallelen und von ihr um die Fadendicke entfernten Ebene ein (dritter) verti-



Fig. 1.

caler Spinnewebfaden mittels der feinen Mikrometerschraube *A* bewegen, welche an ihrem Ende mit einer in 100 Teile geteilten Messtrommel versehen ist. Mittels der Schraube *B* wird das Ablesemikroskop auf die richtige Sehweite eingestellt. Das Ocular *O* kann durch eine ABBE'sche Autocollimationsvorrichtung ersetzt werden, welche es ermöglicht, mit Hülfe eines an der Stimmgabel zu befestigenden Planspiegels die optische Axe des Mikrometermikroskopes senk-

recht zur Stimmgabelaxe und zu der durch die beiden Stimmgabelspitzen bestimmten Ebene zu stellen.

Der Untersuchung unterworfen worden sind: Quecksilber, welches im Vacuum destillirt worden war, destillirtes Wasser, und zwar sowohl käuflich bezogenes wie solches, welches kurz vor den Versuchen in einer silbernen, innen stark vergoldeten Destillationsblase destillirt worden war, ferner absoluter Alkohol, wässerige Zuckerlösungen verschiedener Concentration, welche aus chemisch reinem Rohrzucker und destillirtem Wasser hergestellt und hernach unter Erwärmung von der absorbirten Luft mittels einer Wasserstrahlluftpumpe möglichst vollständig befreit worden waren, russisches Leuchtöl und amerikanisches Mineralöl und endlich wässerige Schwefelsäuremischungen verschiedener Concentration, welche aus chemisch reiner concentrirter Schwefelsäure und destillirtem Wasser in grossen Mengen bei möglichst geringer Wärmeentwickelung hergestellt worden waren. Die Dichten der Flüssigkeiten wurden vor und nach den Versuchen auf das sorgfältigste aräometrisch bestimmt.



Fig. 2.

Die gesamten Beobachtungen sind der Versuchsanordnung gemäss in zwei Hauptgruppen zu teilen: Die erste, bei weitem umfangreichere Hauptgruppe umfasst die während der Jahre 1896—1900 an Quecksilber, Wasser, absolutem Alkohol, Leuchtöl, Mineralöl, wässerigen Zuckerlösungen und verdünnter Schwefelsäure verschiedener Concentration gemachten Beobachtungen.

Bei diesen Versuchen, die im grossen auf constanter Temperatur zu erhaltenden Comparatorsaal des alten Dienstgebäudes der Normal-Aichungs-Commission ausgeführt worden sind, diente zur Aufnahme der Flüssigkeiten die einfache cylindrische Porzellanschale, in welche die zu untersuchende Flüssigkeit entweder hineinfiltrirt, wie z. B. Quecksilber, oder direct aus den zur Aufbewahrung dienenden Flaschen hineingegossen

wurde, sodass die Flüssigkeitsoberfläche eine verhältnismässig lange Zeit mit der atmosphärischen Luft in Berührung war, bevor mit den Messungen begonnen werden konnte. Die ganze Versuchsanordnung befand sich auf einer grossen starken Eichenholzplatte, die mit starken Eisenzwingen auf einer grossen



Fig. 3.

kreisrunden Eisenplatte festgeklammert war, die ihrerseits in den östlichen isolirten Pfeiler des Comparatorsaales eingegypst war. Wenn auch diese Versuche für einige Flüssigkeiten trotz aller Mühe und Sorgfalt, die darauf verwendet wurde, sie und ihr Aufnahmegefäss rein zu erhalten, insofern nicht ganz zufriedenstellende Ergebnisse lieferten, als sie für Quecksilber wegen der „elastischen Nachwirkung“ seiner Oberfläche zu

kleine Werte der Capillarconstante ergaben, und bei Zuckerlösungen und besonders bei verdünnter Schwefelsäure je nach

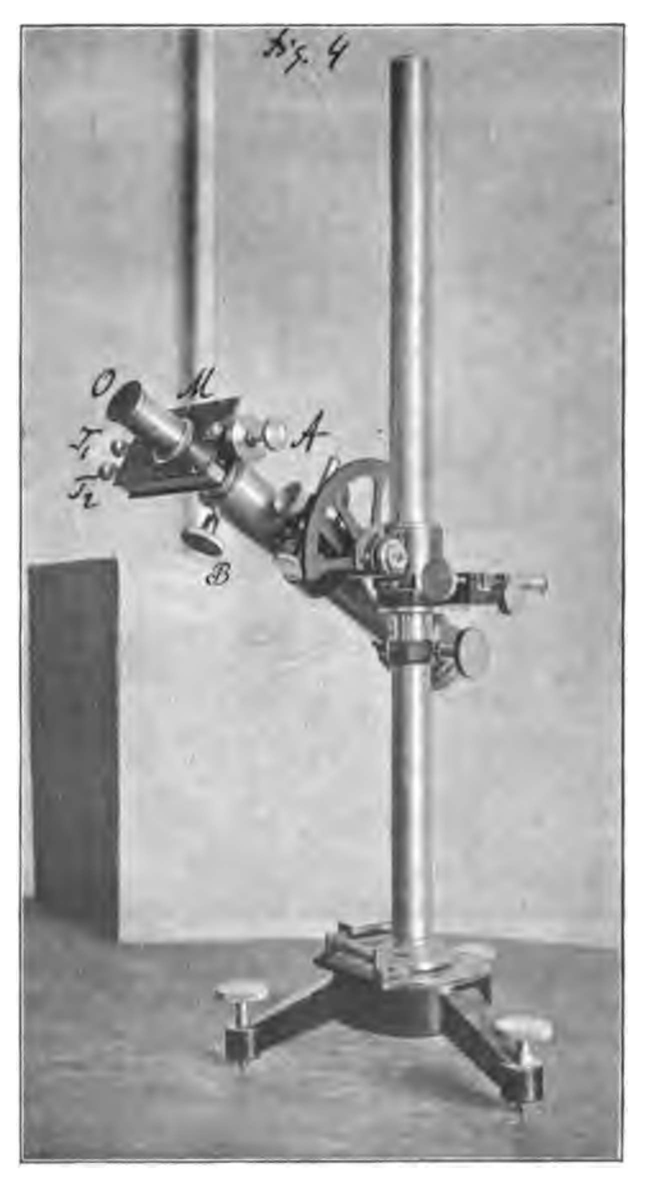


Fig. 4.

dem Grade der Reinheit der umgebenden Luft grössere Abweichungen in den einzelnen Beobachtungsreihen zu Tage traten, so sind dieselben in der Originalabhandlung[1]) doch in extenso mitgeteilt worden, einmal um zu zeigen, was sich bei dieser Versuchsanordnung erreichen lässt, und dann im Gegensatze dazu die Vorzüge der bei der zweiten Hauptgruppe von Beobachtungen anwendeten Versuchsanordnung erkennen zu lassen.

Die zweite Hauptgruppe umfasst die im Jahre 1901 ausgeführten Beobachtungen, bei welchen sich die Versuchsanordnung auf einer starken, durch eiserne Streben getragenen Wandconsole im westlichen Eckzimmer der oberen Etage des neuen Dienstgebäudes der Normal-Aichungs-Commission befand. Bezüglich der Stabilität ist zwar diese Aufstellung nicht so günstig, wie die im Comparatorsaale; von wesentlicher Bedeutung ist aber die Anwendung der vorhin beschriebenen Doppeltrichterapparate, welche es ermöglichen, in jedem Zeitmoment eine reine frische Flüssigkeitsoberfläche zur Bestimmung der Capillarconstante herzustellen und bei nicht zu leicht beweglichen Flüssigkeiten, wie z. B. bei Wasser und bei verdünnter Schwefelsäure die Beobachtungen sogar bei beständig sich erneuernder Oberfläche auszuführen, d. h. also vollständig unabhängig zu werden von den sogenannten „elastischen Nachwirkungen" und an Oberflächen zu beobachten, wie sie reiner und frischer nicht hergestellt werden können. Versuche mit dieser Anordnung sind bereits für Quecksilber, Wasser, Alkohol und verdünnte Schwefelsäure verschiedener Concentration ausgeführt worden und werden auch auf die anderen Flüssigkeiten ausgedehnt werden.

Aus den vorliegenden Untersuchungen ergiebt sich:

1. Für reines Quecksilber, und zwar unmittelbar nach Herstellung einer frischen Oberfläche bei ca. 18° C. für die Oberflächenspannung der Wert 0,50 g/cm, welcher aber sofort, wenn das Quecksilber mit der Luft in Berührung bleibt, herabsinkt und von Minute zu Minute kleiner wird, um sich nach etwa 15—30 Min. dem längere Zeit constant bleibenden Werte 0,41 bis 0,40 zu nähern. Für Quecksilber, welches vor Staub und gröberer Verunreinigung geschützt, in grösserer

1) L. Grunmach, Wissensch. Abhandl. d. Kais. Normal-Aichungs-Commission, III. Heft, p. 125—139 ff.

freier Oberfläche Tage lang mit der atmosphärischen Luft in Berührung bleibt, sinkt der Wert bis auf etwa 0,33, also fast um 34 Proc. des Maximalwertes.

2. Für reines destillirtes Wasser, und zwar für eine ganz frische (beständig sich erneuernde) Oberfläche beträgt die Oberflächenspannung bei 17° C. 0,077 g/cm.

3. Für chemisch reinen absoluten Alkohol, welcher von atmosphärischer Luft abgeschlossen gewesen, beträgt die Oberflächenspannung für eine ganz frische, beständig sich erneuernde Oberfläche $0{,}019_5$ bei 22,8° C. (Dichte 0,7888), für absoluten Alkohol, dessen freie Oberfläche etwa $^1/_2$ Stunde lang mit der atmosphärischen Luft in Berührung bleibt, $0{,}021_3$ bei 18,4° C. und für absoluten Alkohol, der häufiger und längere Zeit mit der Luft in Berührung war und deshalb nicht mehr (wenn auch aräometrisch nicht nachweisbar) als wasserfrei angesehen werden kann, $0{,}026_7$ bei 17,7° C. Das stete Anwachsen der Zahl deutet darauf hin, dass der Alkohol durch Absorption der in der atmosphärischen Luft enthaltenen Feuchtigkeit allmählich an der Oberfläche wasserreicher wird.

4. Für verdünnte Schwefelsäure ergiebt sich folgende Tafel:

Procent	Dichte	Specifische Cohäsion	Oberflächen-spannung	Temperatur
10	1,067	0,0723	0,0771	19,0
20	1,140	0,0687	0,0783	21,8
30	1,217	0,0650	0,0791	21,9
40	1,306	0,0615	0,0803	19,4
50	$1{,}392_4$	0,0597	0,0832	20,7

5. Für russisches Leuchtöl bei 15,3° C. (Dichte 0,821) beträgt die Oberflächenspannung 0,031 g/cm.

6. Für amerikanisches Mineralöl bei 15,4° C. (Dichte 0,756) beträgt die Oberflächenspannung 0,030 g/cm.

Die für wässerige Zuckerlösungen erhaltenen, in der Originalabhandlung mitgeteilten Werte sollen noch nicht als endgültige angesehen werden, da diese Flüssigkeiten bisher nur in dem einfachen Gefässe, welches die Herstellung einer reinen Oberfläche nicht genügend sicherte, untersucht worden sind und erst noch bei Anwendung des Doppeltrichterapparates

untersucht werden sollen. Auch die Bestimmung der Temperaturcoefficienten der Oberflächenspannung der vorher aufgeführten Flüssigkeiten soll noch einer besonderen Untersuchung vorbehalten bleiben. Der hauptsächliche Wert unserer Untersuchungsmethode besteht, wie nochmals besonders hervorgehoben sei, darin, dass sie es ermöglicht, in jedem Zeitmomente eine reine, absolut frische Oberfläche herzustellen und bei beständig sich erneuernder Oberfläche zu beobachten und deshalb vollständig unabhängig zu werden von dem zeitlichen Einflusse der Luft auf die Oberflächenspannung. Geradezu unentbehrlich ist sie für die Untersuchung von Flüssigkeiten, welche Wasser stark absorbiren, wie z. B. Schwefelsäure oder absoluter Alkohol, Schwefeläther etc.

Der einzige Einwand, der gegen die Methode erhoben werden, die einzige Fehlerquelle, die sie beeinflussen könnte, besteht darin, dass ein fremder, der Luft ausgesetzter Körper, nämlich die Stimmgabelspitzen, welche durch Adsorption mit einer Lufthaut von grösserer oder geringerer Dicke behaftet sind, in die Flüssigkeit getaucht werden und deren Oberflächenspannung verändern können. So beschreibt Hr. Fridtjof Nansen eine Reihe von exacten Versuchen, die er gelegentlich seiner Polarexpedition bei Untersuchungen über die Dichte des Meerwassers ausgeführt hat, aus denen hervorgeht, dass die Oberflächenspannung des Wassers beim Eintauchen von festen Körpern eine Aenderung erfährt, und zwar vergrössert wird, wenn ein trockener Körper eingetaucht wird, weil dieser die vorhandene Wasserhaut an sich zieht und die Ausbildung einer neuen Haut bewirkt, dagegen verkleinert wird, wenn ein feuchter Körper eingetaucht wird, weil die auf ihm befindliche Flüssigkeitsschicht sich dann auf der Wasseroberfläche ausbreitet. Von Einfluss dürfte deshalb auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft sein, dessen ständige Beobachtung sich überhaupt bei Capillaritätsbestimmungen empfiehlt. Auch von dieser kleinen Fehlerquelle würde man frei werden, und die Methode würde eine ideale werden, wenn es gelänge, ohne jede Vermittelung schwingender Spitzen, sondern nur auf dem Wege einfacher Resonanz sicher messbare Capillarwellen auf Flüssigkeitsoberflächen zu erzeugen. Versuche nach dieser Richtung sind auch bereits in Angriff genommen.

Ueber den photographischen Negativprocess;
von Karl Schaum.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 23. September 1902.)

(Vgl. oben S. 259.)

Im Interesse der Aufklärung wichtiger Fragen habe ich an der Hand mikroskopischer und mikrometrischer Untersuchungen die Structur des unentwickelten und des fertigen Negatives studirt. Die wesentlichsten Ergebnisse sind folgende:

Während des die Empfindlichkeit in hohem Maasse steigernden Reifungsvorganges findet eine planare Vergrösserung des Bromsilberkornes bis zu etwa 0,000009 mm^2 statt. Die Dicke der Schicht unentwickelter Negative beträgt für Momentplatten durchschnittlich 0,024 mm; Diapositivplatten zeigen geringere, orthochromatische Platten höhere Werte. Vom Wassergehalt ist sowohl die Schichtdicke wie auch die Empfindlichkeit abhängig; letztere wächst, wenn man das Negativ über concentrirter Schwefelsäure trocknet. Die Zahl der Bromsilberkörner in der obersten Schicht eines Schleussnernegatives beträgt (bei 860facher Vergrösserung gezählt) 270000 pro 1 mm^2. Steigert man die Belichtungs- und die Entwickelungsdauer, so wächst im fertigen Negativ die Zahl der Silberkörner in der Volumeneinheit, die Dicke der Silberkornschicht und die Grösse der Silberpartikel. Die häufig bestrittene Abhängigkeit der Grösse der Silberkörner von Belichtungs- und Entwickelungszeit lässt sich auch an primär fixirten und secundär mit silbersalzhaltigem Entwickler hervorgerufenen Negativen nachweisen und bildet einen wichtigen Beweis für die Richtigkeit der zuerst von Ostwald gegebenen Erklärung des Entwickelungsmechanismus (Silberkeimwirkung). — Reifung, normales und solarisirtes latentes Bild lassen sich durch Oxydationsmittel zerstören. Solarisirend belichtete Negative können nach Vorbaden in Ammoniumpersulfat normal entwickelt werden. Be-

sonders bemerkenswert erscheint die Beobachtung des Vortragenden, dass Platten und Papiere, welche stundenlang dem Tageslicht ausgesetzt waren, durch Behandeln mit Ammoniumpersulfat — wenn auch unter Herabsetzung der Empfindlichkeit — wieder zur Aufnahme etc. gebrauchsfähig gemacht werden können.

Die Ausführungen wurden während des Vortrages durch Projection von Mikrophotogrammen etc. erläutert.

Ueber leuchtenden elektrischen Wind;
von E. Warburg.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 22. September 1902.)

(Vgl. oben S. 259.)

Bei der Spitzenentladung in Luft- und anderen Gasen von atmosphärischem Druck beschränkt sich die Lichterscheinung an der negativen Spitze auf einen leuchtenden Stern: das negative Glimmlicht GEISSLER'scher Röhren, welches bei dem hohen Druck und der kleinen Stromstärke auf einen winzigen Raum sich zusammenzieht.

In Stickstoff jedoch, welcher durch glühendes Kupfer von Sauerstoff befreit ist, sieht man bei hinreichend grosser Stromstärke, wie sie z. B. durch einen Hochspannungsaccumulator zu erzielen ist, von dem Stern einen feinen Lichtpinsel ausgehen. Bei meinen Versuchen, bei welchen die verticale Spitze in der Axe eines 4,5 cm weiten verticalen, zur Erde abgeleiteten Platincylinders sich befand, war der Lichtpinsel auch nach dieser Axe gerichtet. Indem man dem gläsernen Versuchsgefässe unten einen 1,6 cm weiten cylindrischen, mit dem Platincylinder conaxialen Fortsatz gab, sah man im Dunkeln den Lichtpinsel in dieses Rohr hineinlaufen, wobei er sich mehr und mehr verbreiterte und als breites weissliches Band bis auf 8 cm Entfernung von der Spitze sichtbar blieb. Drahtnetze werden von dem Lichtpinsel durchdrungen, trifft er auf eine Gefässwand, so fliesst er als weissliche Wolke an derselben entlang. Ist er gut entwickelt, so zeigt das Gas nach Oeffnen des Stromes das Phänomen des Nachleuchtens.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass man in dem Lichtpinsel leuchtenden elektrischen Wind vor sich hat: das an der Spitze gleichnamig mit dieser elektrisirte Gas wird durch die elektrische Kraft von der Spitze fortgetrieben (elektrischer Wind); es hat an der Spitze durch den Strom eine chemische Veränderung erlitten und diese bildet sich auf dem Wege des fortströmenden Gases unter Nachleuchten zurück. So bleibt

das fortströmende Gas oder der elektrische Wind auf seinem Wege durch ein Phänomen des Nachleuchtens sichtbar.

Der Strom, welcher von horizontalen, vom Lichtpinsel getroffenen Metallplatten aufgenommen wird, ist nur ein sehr kleiner Bruchteil des ganzen, von der Spitze kommenden, der Hauptsache nach zum Platincylinder gehenden Stromes. Die elektrische Convection durch den elektrischen Wind ist also eine geringfügige Begleiterscheinung des Spitzenstromes, keineswegs, wie zuweilen angenommen wird, der ganze Spitzenstrom.

Erhöht man die Sauerstofffreiheit des Gases, indem man es mit heissem Natriummetall behandelt, welches man auf elektrolytischem Wege in das gläserne Versuchsgefäss eingeführt hat, so wird der Lichtpinsel sehr verkürzt und das Nachleuchten nach Oeffnen des Stromes wird nicht mehr bemerkt. Die beschriebenen Erscheinungen sind daher an eine kleine Beimengung von Sauerstoff zum Stickstoff gebunden.

Demonstration eines Apparates zur Bestimmung der chemischen Lichtintensität; von Hermann v. Schrötter.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 25. September 1902.)

(Vgl. oben S. 261.)

Der vorgeführte Apparat hat den Zweck, eine serienweise Messung der chemischen Lichtintensitäten, insbesondere im Ballon sowie am Gletscher zu ermöglichen, worüber der Vortragende bereits am diesjährigen Internationalen aëronautischen Congress in Berlin kurz Mitteilung gemacht hat. Die zur Messung benutzte Methode besteht in der Schwärzung lichtempfindlichen Normalpapieres nach Bunsen-Roscoe, ein Verfahren, das von Wiesner modificirt, von diesem zum Studium des photochemischen Klimas benutzt worden ist. In vorliegendem Falle sind die Expositionszeiten constant gewählt, die Auswertung der belichteten Papierstreifen erfolgt später.

Der Apparat gestattet, und darin liegt ein zweiter wesentlicher Punkt, gleichzeitige Bestimmungen des Unter- und Oberlichtes und erlaubt damit deren relatives Verhalten unter verschiedenen Umständen — Fahrt über Wolken, über der freien Erde etc. — zahlengemäss festzustellen. Der entsprechend präparirte Papierstreifen wird an drei gegeneinander verstellten Spalten durch ein Uhrwerk vorbeigeführt; die Unterbrechung des Ganges bez. die Herstellung der gewünschten Expositionszeit wird durch ein elektrisches Contactwerk geregelt.

Genauere Angaben über die definitive Construction des Apparates und seine Verwendung werden binnen kurzem an anderer Stelle erfolgen. Die gewonnenen Resultate werden die über die Wärmestrahlung bisher ermittelten Ergebnisse ergänzen können. Der Apparat wurde von der Firma A. Moll in Wien verfertigt.

Ueber die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Höhe;

von Max Wien.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 24. September 1902.)

(Vgl. oben S. 260.)

Es ist allgemein bekannt, dass unser Ohr ebenso wie unser Auge nur für einen bestimmten Bereich von Schwingungszahlen empfindlich ist. Sehr langsame Schallschwingungen und sehr schnelle hören wir gar nicht oder nur sehr unvollkommen.

Wie hängt nun innerhalb des Bereiches der hörbaren Töne die Empfindlichkeit von der Tonhöhe ab? Setzt sie plötzlich ein, bleibt dann innerhalb eines bestimmten Bereiches constant, um dann plötzlich wieder abzufallen — so würde es eigentlich die HELMHOLTZ'sche Resonanztheorie verlangen —, oder steigt sie langsam bis zu einem — vielleicht spitzen — Maximum an und fällt dann allmählich wieder ab? Sind innerhalb dieser Grenzen sehr grosse Unterschiede in der Empfindlichkeit? Hört man z. B. einen Ton von 2000 Schwingungen in der Secunde 10, 1000 oder eine Million mal so gut, wie einen Ton von 50 Schwingungen?

Beginnen wir zunächst mit der oberen und unteren Grenze der hörbaren Töne. Dass über diese Grenzen gestritten wird, dass man noch nicht einig darüber ist, ob die Hörbarkeit bei 10 oder bei 40 Schwingungen beginnt, beweist, dass keine scharfe Grenze vorhanden sein kann. Ebenso liegt es bei den hohen Tönen, während früher allgemein eine Schwingungszahl von 20—30 000 als Grenze angenommen wurde, zeigen Versuche mit der neuen EDELMANN'schen Galtonpfeife, dass wir noch 45 000 Schwingungen wahrnehmen können: die Empfindlichkeit nimmt mit der Höhe stark ab, aber die Hörbarkeit

geht wohl noch viel weiter, wenn man nur die Intensität genügend zu steigern vermag. Sowohl bei den sehr tiefen wie bei den sehr hohen Tönen ist kein plötzlicher, sondern ein allmählicher Abfall der Empfindlichkeit vorhanden, der sich über mehrere Octaven hinzieht.

Im Folgenden ist als Maass für die Empfindlichkeit stets die Reizschwelle angesehen, d. h. die Empfindlichkeit ist umgekehrt proportional der Tonintensität, welche eine gerade noch merkliche Empfindung im Ohre erzeugt. Die Tonintensität ist definirt als die Energie der Schallbewegung, welche durch ein Quadratcentimeter senkrecht zur Schallrichtung pro Secunde hindurchtritt. An Stelle dieser Energie kann man natürlich auch die Amplitude oder die Geschwindigkeit eines Luftteilchens oder auch die Druckdifferenzen der Schallbewegung bestimmen, aus denen sich die Energie dann berechnen lässt.

Um die Empfindlichkeit des Ohres für verschiedene Schwingungszahlen festzustellen, könnte man sich etwa folgenden Versuch angestellt denken: das Ohr wird luftdicht abgeschlossen, die Luft in dem abgeschlossenen Raume wird durch einen sich schnell hin und her bewegenden Stempel verdickt und verdünnt. Man verkleinert die Excursionen der Stempelbewegung, bis man gerade keinen Ton mehr wahrnimmt. Wenn man nun den Stempel beliebig schnell zwischen 10 mal und 50000 mal in der Secunde hin und her bewegen könnte, so wäre mit einem solchen Apparat die Aufgabe leicht zu lösen. Leider ist solch' eine Maschine nicht construirbar. In einem bekannten Apparat haben wir aber etwas sehr Aehnliches: nämlich im Hörtelephon. Wir drücken dasselbe, um gut hören zu können, unwillkürlich so fest an den Kopf, dass ein annähernd luftdichter Abschluss erfolgt.[1]) Die Bewegung der Platte entspricht der Bewegung des Stempels. Die Excursionen der Telephonplatte sind in gewissen Grenzen proportional der Stromamplitude, die sich leicht messen lässt. Solange man sich in dem Gebiet unter 500 oder 1000 Schwingungen pro Secunde bewegt, erhält man auch für gleichen Strom gleiche Excursionen. Bei höheren Schwingungszahlen

---

1) Lord Rayleigh, Phil. Mag. (5) 38. p. 294. 1894.

bewirken jedoch die Eigentöne der Platte Complicationen; welchen Einfluss dieselben haben, wird sich sogleich zeigen.

Telephonempfindlichkeit.

Vorbedingung für die Telephonversuche sind möglichst reine Sinusströme, damit einfache Töne erzeugt werden. Für die tieferen Töne wurden dieselben durch einen Sinusinductor, für die höheren durch eine Wechselstromsirene erzeugt. Ich kann hierauf nicht näher eingehen, da ich schon mehrfach, speciell vor 2 Jahren auf der Aachener Naturforscherversammlung darüber berichtet habe.

Die Minimalströme, welche für mein Ohr einen eben noch merklichen Ton hervorrufen, sind in der Tabelle I für verschiedene Schwingungszahlen (N) angegeben. Bei allen vier untersuchten Telephonen ist der Verlauf im grossen Ganzen gleich: Für die tiefen Töne sind die Ströme verhältnismässig stark, dann werden sie schnell schwächer, ein Minimum erreichen sie zwischen $N = 700—3000$, darauf nehmen sie wieder zu. Die Empfindlichkeit des Ohres ist nach obigem umgekehrt proportional dem Quadrat dieser Ströme.

Tabelle I.

Empfindlichkeit verschiedener Telephone.

Nr.	Bell	Apel	Siemens I.	Siemens II.	
64	190000	5000	1800	1200	10^{-8} Amp.
128	15000	510	220	150	10^{-8} „
256	1050	40	20	13,5	10^{-8} „
512	150	10	1,7	2,7	10^{-8} „
720	—	—	1,5	0,8	10^{-8} „
1024	18	3,5	3,0	1,35	10^{-8} „
1500	30	2,3	6,0	2,4	10^{-8} „
2030	130	3,5	0,8	3,0	10^{-8} „
2400	—	5,0	2,0	1,0	10^{-8} „
2800	70	—	—	—	10^{-8} „
4000	230	70	50	30	10^{-8} „
8000	2500	170	700	400	10^{-8} „
16000	12000	1000	2200	1700	10^{-8} „

Es kommen unter den Zahlen für dasselbe Telephon Verhältnisse der Ströme von 1:10000, also Verhältnisse der Empfindlichkeit von $10^8 : 1$ vor. Das kann man natürlich nicht graphisch auftragen. In der Fig. 1 habe ich statt dessen die Logarithmen als Ordinaten aufgetragen. Insofern hat dies auch eine innere Berechtigung, als nach dem Weber-Fechner'schen Gesetz die Empfindung mit dem Logarithmus des Reizes wächst.

Der Verlauf der drei Curven — für das Bell'sche ○ ○ ○ das Apel'sche × × × und das Siemen'sche Telephon II • • • — ist,

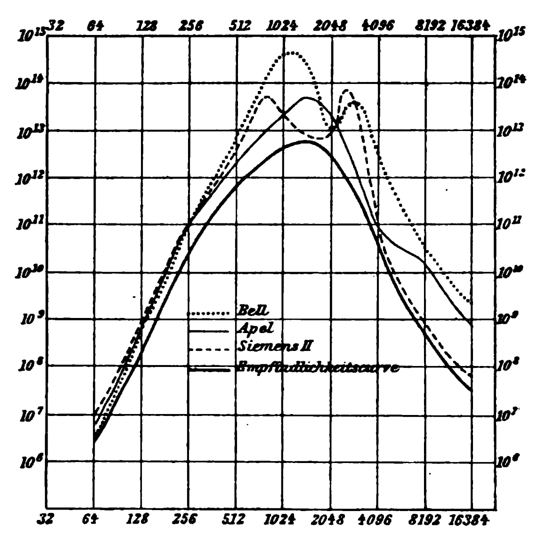


Fig. 1.

wie gesagt, im grossen Ganzen gleich, nur die Eigentöne der Platte des betreffenden Telephons machen sich durch mehr oder weniger grosse Höcker geltend. Wenn man eine Linie zieht, die immer unter den Telephoncurven bleibt, so wird auf diese Weise die Wirkung der Eigentöne der Hauptsache nach eliminirt und wir erhalten einen Anhalt für die wirkliche Empfindlichkeit des Ohres. Die ausgezogene Curve der Fig. 1 stellt diese Empfindlichkeit dar. Die nähere Untersuchung lehrt, dass für tiefere Töne bis zu etwa 2000 Schwingungen die Empfindlichkeit ohne allzu grosse Fehler durch die Curve dargestellt sein dürfte, während der zweite Teil wegen der

unbekannten Schwingungsform der Telephonplatte unter dem Einfluss der höheren Eigentöne sehr viel weniger zuverlässig ist.

Obgleich das Ganze nur die rohe Grössenordnung geben kann, so steht doch so viel fest, dass ganz ausserordentlich grosse Unterschiede in der Empfindlichkeit des Ohres für die verschiedenen Töne vorhanden sind, so liegt z. B. die Reizschwelle für den Ton 64 mehr als eine Million mal höher als für den Ton 1500. Diese Unterschiede sind so gross, dass ihre Ursache der Hauptsache nach nicht in dem akustischen Teil des Gehörorganes, also etwa in dem stärkeren oder schwächeren Mitschwingungen der Corti'schen Membran gesucht werden darf.

Das Maximum der Empfindlichkeit liegt zwischen den Tönen 700 und ca. 3000, also in dem Gebiet, wo sich auch die wichtigsten „charakteristischen Töne" der Vocale und Consonanten unserer Sprache befinden.

Ich würde es nicht gewagt haben, Ihnen diese immerhin auf ziemlich unsicherer Grundlage beruhenden Zahlen und Curven vorzuführen, wenn nicht eine strengere Methode einen grossen Teil derselben bestätigt hätte.

Normale und kranke Ohren.

Ehe ich jedoch dazu übergehe, möchte ich mit ein paar Worten auf die Verwendung der Telephonmethode zu Gehörprüfungen eingehen.

Hier sind gar keine Bedenken vorhanden: bei ein und demselben Ton ist die Tonamplitude proportinal der Plattenamplitude und diese proportional der Stromintensität. Man kann also direct die Empfindlichkeit eines normalen und kranken Gehöres miteinander vergleichen, indem man für beide die eben noch hörbaren Stromintensitäten misst.

Die Empfindlichkeitscurven normaler Ohren liegen auffallend nahe bei einander, die Abweichungen übersteigen kaum die Fehlergrenzen. Erst bei höheren Tönen ($N = 8000$) werden sie grösser. Die Tab. II und die Curven Fig. 2 (I) geben die Resultate der Beobachtungen bei 5 Personen verschiedenen Alters, 20 (R.) bis 56 (F.) an. J_w ist der Minimalstrom für mein rechtes Ohr.

Tabelle II.

Empfindlichkeit normaler Ohren.

$N =$	$\frac{J^2}{J_w^2}$	log	$\frac{J^2}{J_w^2}$	log	$\frac{J^2}{J_w^2}$	log
	400		4000		8000	
R.	1,0	0	0,8	+0,1	0,47	+0,33
W.	1,0	0	1,0	0	1,0	0
V.	5,0	−0,70	4,0	−0,6	81	−1,9
O.	1,0	0	3,8	−0,58	209	−2,5
F.	2,25	−0,35	4,0	−0,6	324	−2,5

Tabelle III.

Zwei verschiedene Grade von Taubheit.

$N =$		60	120	200	500	1000	2000	4000	8000
W. l. O.	$\frac{J^2}{J_w^2}$	25	56	225	121	225	256	1681	13225
	log	1,4	1,6	2,3	2,1	2,3	2,4	3,2	4,1
A.	$\frac{J^2}{J_w^2}$	43	10^4	—	$6{,}7 . 10^5$	$1{,}7 . 10^6$	—	$1{,}2 . 10^7$	—
	log	1,6	4,0	—	5,4	6,2	—	7,1	—

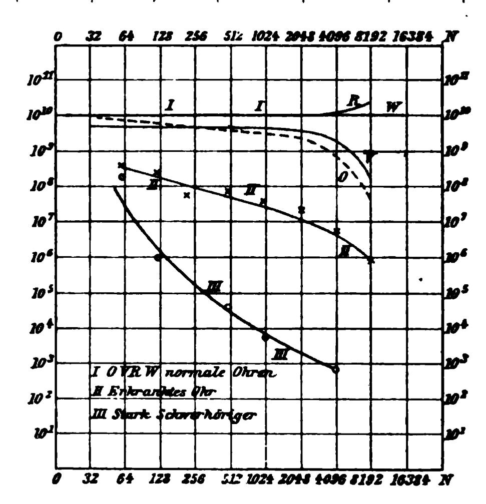


Fig. 2.

Ganz anders verhalten sich erkrankte Ohren. Ich war zufällig in der Lage selbst an mir Untersuchungen anstellen zu können, indem ich im vorigen Juni und Juli links an einem acuten Mittelohrcatarrh litt. Die Resultate sind unter W. l. O. in der Tab. III und unter II in der Fig. 2 angegeben. Die Differenzen sind sehr viel grösser und steigen von 25 bei $N = 64$ bis 13225 bei $N = 800$.

Die letzten Reihen der Tab. III gelten für einen wirklich Schwerhörigen. Hier liegt die Reizschwelle schon ca. 1 Million ($N = 2000$) und sogar 10 Millionen (4000) mal höher als die des normalen Ohres. Den Ton 8000 konnte er auch bei der höchsten mir zur Verfügung stehenden Intensität nicht hören. Immerhin verstand dieser Mann noch lautes Sprechen in der Nähe ganz gut, war also nicht zu den „Tauben" zu rechnen.

Ueberall ist hervortretend, dass die hohen Töne relativ viel schlechter von erkrankten Ohren gehört werden, als die tiefen. Ich konnte auch deutlich die Aenderung der Klangfarbe obertonreicher Geräusche wie Klirren etc. erkennen, je nachdem ich sie mit dem rechten oder linken Ohr verfolgte.

Absolute Empfindlichkeit der Ohren.

Helmholtz hat gezeigt, wie man die Schallintensität an irgend einem Orte ausserhalb berechnen kann, wenn man die Luftbewegung an der Mündung einer Pfeife kennt. In ähnlicher Weise lässt sich auch die von einer schwingenden Platte an irgend einem entfernten Orte erzeugte Tonintensität berechnen.

Die Versuche wurden so angestellt, dass der obere Teil des Holzgehäuses eines Bell'schen Telephons entfernt wurde, und dafür die Platte mittels eines dicken Messingringes festgeklemmt wurde. Das so eingerichtete Telephon wurde dann auf einem grossen Blech, das in der Mitte ein Loch von der Grösse der Telephonplatte besass, befestigt und das Ohr der Mitte der Platte gegenüber in einer Entfernung $\varrho = 30$ cm gehalten (vgl. Fig. 3). Die Amplitude der Telephonplatte für $^1/_{100}$ Amp. wurde in dem Bereich von Schwingungszahlen, in dem die Beobachtungen gemacht wurden, mikroskopisch gemessen.

Die Untersuchungen wurden bei Nacht im grossen Hörsaal des Institutes mit intermittirenden Tönen gemacht und zwar von zwei unabhängigen Beobachtern. Die Resultate sind in der Tab. IV gegeben. Darin bedeutet N die Schwingungszahl, J den Minimalstrom für die beiden Beobachter W. und F., a_0 die Amplitude der Mitte des Telephons, u_ϱ die durch die Bewegung der Telephonplatte am Orte ϱ erzeugte Geschwindigkeit der Luftteilchen, α_ϱ die Amplitude, $\Delta p / p_0$ die Druckamplitude in Atmosphären, ΔE die Energie der Luftbewegung, also die eigentliche Tonintensität, $\Delta E'$ die zur Erzeugung einer Tonempfindung nötige Energie in $\mu\mu$ mg bez. in g-Cal., wobei mit AUERBACH und v. KRIES angenommen ist, dass ein Ton beliebiger Höhe 15 Schwingungen hindurch andauern muss, um die Empfindung zu ihrer vollen Stärke anwachsen zu lassen.

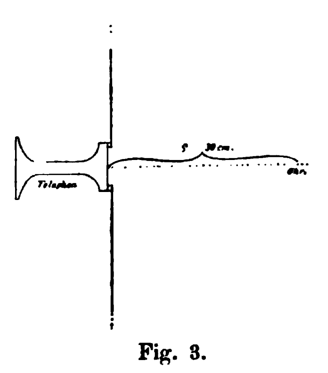


Fig. 3.

Tabelle IV.

Absolute Empfindlichkeit.

N	J Amp. W.	J Amp. F.	$\frac{a_0}{J}$	a_0 cm W.	a_0 cm F.	$\frac{u_\varrho}{a_0}$	u_ϱ cm sec^{-1} W.	u_ϱ cm sec^{-1} F.	u_ϱ cm sec^{-1} M.
200	$5,1 . 10^{-3}$	$7,0 . 10^{-3}$	0,0029	$1,5 . 10^{-5}$	$2,0 . 10^{-5}$	12,3	$1,9 . 10^{-4}$	$2,5 . 10^{-4}$	$2,2 . 10^{-4}$
400	$2,2 . 10^{-4}$	$1,6 . 10^{-4}$	0,0031	$7,0 . 10^{-7}$	$5,1 . 10^{-7}$	40,2	$2,8 . 10^{-5}$	$2,1 . 10^{-5}$	$2,5 . 10^{-}$[illegible]
600	$4,1 . 10^{-5}$	$8,0 . 10^{-5}$	0,0034	$1,4 . 10^{-7}$	$2,8 . 10^{-7}$	85	$1,15 . 10^{-5}$	$2,3 . 10^{-5}$	$1,7 . 10^{-5}$
1050	$2,1 . 10^{-6}$	$4,0 . 10^{-6}$	0,0053	$1,1 . 10^{-8}$	$2,2 . 10^{-8}$	257	$2,8 . 10^{-6}$	$5,6 . 10^{-6}$	$4,2 . 10^{-}$[illegible]

N	α_ϱ	$\frac{\Delta p}{p_0}$	ΔE W.	ΔE F.	ΔE M.	$\Delta E'$ $\mu\mu$ mg	$\Delta E'$ g-Cal.
200	$1,7 . 10^{-7}$	$9,0 . 10^{-9}$	$7,0 . 10^{-7}$	$1,3 . 10^{-6}$	$1,0 . 10^{-6}$	0,25	$6,0 . 10^{-}$[illegible]
400	$1,0 . 10^{-8}$	$1,0 . 10^{-9}$	$1,6 . 10^{-8}$	$9,3 . 10^{-9}$	$1,3 . 10^{-8}$	$1,6 . 10^{-3}$	$4,0 . 10^{-}$[illegible]
600	$4,6 . 10^{-9}$	$7,0 . 10^{-10}$	$2,8 . 10^{-9}$	$1,1 . 10^{-8}$	$6,6 . 10^{-9}$	$5,0 . 10^{-4}$	$1,25 . 10^{-}$[illegible]
1050	$6,3 . 10^{-10}$	$1,7 . 10^{-10}$	$1,6 . 10^{-10}$	$6,5 . 10^{-10}$	$3,8 . 10^{-10}$	$1,8 . 10^{-5}$	$4,2 . 10^{-}$[illegible]

Die absoluten Werte stimmen der Grössenordnung nach recht gut mit früheren Messungen überein. Rayleigh bestimmte mit Hülfe abklingender Stimmgabeln für

$$N = 200 \quad \frac{\Delta p}{p_0} = 8{,}5 \,.\, 10^{-9}, \qquad N = 384 \quad \frac{\Delta p}{p_0} = 6 \,.\, 10^{-9},$$

$$N = 512 \quad \frac{\Delta p}{p_0} = 6 \,.\, 10^{-9}.$$

Nur der letzte Wert erscheint gegenüber den meinigen zu hoch. Mittels Helmholtz'scher Resonatoren bestimmte ich auf durchaus andere Art in einer früheren Arbeit für

$$N = 440 \quad \frac{\Delta p}{p_0} = 8 \,.\, 10^{-10}.$$

Bei der Messung der absoluten Empfindlichkeit ist natürlich die relative mitgegeben. Wegen der durch die Eigentöne der Telephonplatte verursachten Schwierigkeiten lässt

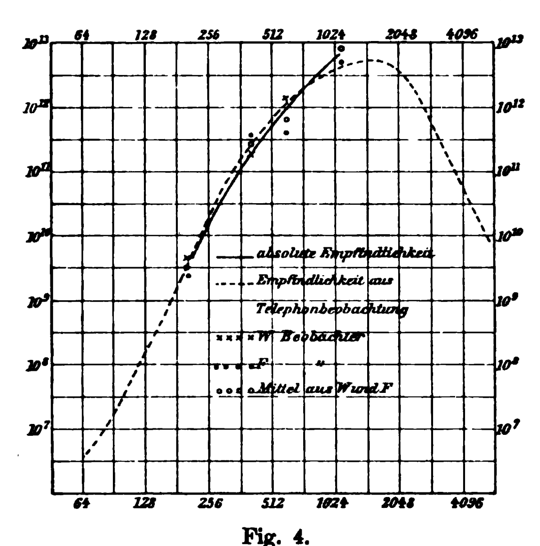


Fig. 4.

sie sich leider vorläufig nur auf ein verhältnismässig kleines Gebiet ausdehnen. Hier aber passt sie, wie Figur 4 zeigt, recht gut mit der obigen Telephonempfindlichkeit zusammen.

Der Wert für $N = 200$ ist in beiden Curven gleich gesetzt. Die Abweichungen sind bei der durchaus verschiedenen Art der Messung sehr klein.

Will man weiter in das Gebiet der höheren Schwingungszahlen bei der absoluten Messung gehen um vor allem das Maximum der Empfindlichkeit sicher festzustellen, so müsste man Platten oder andere elastische Systeme haben, deren tiefster Eigenton ganz erheblich höher liegt. Vielleicht lässt sich mit dünnen Glasplatten weiter kommen, ähnlich wie sie Edison bei seinem Phonographen verwendet.

Schirmwirkung der Gase gegen elektrische Schwingungen; von E. Lecher.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 22. September 1902.)

(Vgl. oben p. 259.)

Die ersten Versuche über Schirmwirkung verdünnter Gase gegen elektrische Schwingungen rühren wohl von J. Moser[1]) her. Unabhängig davon zeigte J. J. Thomson[2]) ein Jahr später, dass in einer von raschen Schwingungen umkreisten evacuirten Glasröhre leuchtende Ringe entstehen. Bei dieser Anordnung konnte J. J. Thomson elektrostatische Wirkungen durch einen passenden Schirm abblenden.

Der erste Anblick dieses Ringes drängt wohl leicht zum Glauben an einfache elektrostatische Ladungsströme. Dieser Meinung war z. B. Tesla, als er gleichzeitig mit J. J. Thomson dieselbe Erscheinung beschreibt.[3])

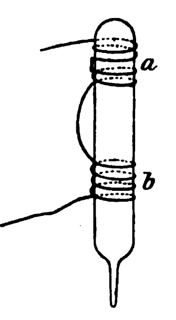


Fig. 1.

Vielleicht ist zur weiteren Bestätigung der ursprünglichen Thomson'schen Auffassung folgender einfacher Versuch erwähnenswert. Ich wickelte um eine ausgepumpte Glasröhre (30 cm lang, Durchmesser 5 cm) eine bifilare Rolle *a* und eine gewöhnliche Rolle *b* von je vier Windungen; *b* sei zur Erde abgeleitet. Durchfliessen nun diese Drähte kräftige elektrische Schwingungen, so ist in *a* trotz der hohen Spannung des Drahtes die Lichtwirkung nur schwach, indes durch *b* ein glänzender Lichtring inducirt wird.

---

1) J. Moser, Compt. rend. **110**. p. 397. 1890.

2) J. J. Thomson, Phil. Mag. (5) **32**. p. 321 u. 335. 1891.

3) Tesla, El. Eng. N. Y. 1. Juli 1891. Dagegen spricht sich auch aus E. C. Remington, Phil. Mag. (5) **35**. p. 506. 1893.

Schon J. J. Thomson verwendete seine Anordnung zu einer Schätzung der elektrischen Leitfähigkeit von Gasen. Ich habe nun eine analoge Methode durchprobirt, deren wesentliche Einrichtung folgende war.

Durch einen Inductionsapparat (Schlagweite gleich 40 cm) wurde mit einem Primärwechselstrome (von 30 Amp., 120 Volt und 46 Schwingungen pro Sec.) ein hochgespannter Wechselstromlichtbogen L zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten (in Fig. 2 nicht gezeichnet) erzeugt. Parallel zu L ist ein Condensator C geschaltet. Diese Condensatorschwingung kann mittels der Quecksilbernäpfchen $r\,r$ und der Drahtbügel $d\,d$ entweder über $r_{,}\,r_{,}$ durch ein System I oder aber über $r_{,,}\,r_{,,}$ durch ein System II geleitet werden.

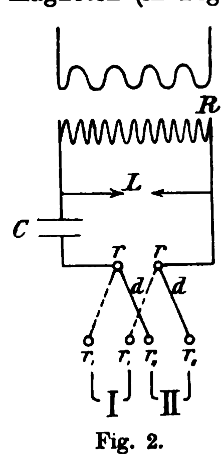


Fig. 2.

Das System I dient als Normalsystem zur Controle der Schwingungsconstanz und besteht aus einem Glasbecher von 12 cm Höhe und 5 cm Durchmesser. Aussen gehen um denselben vier Windungen eines 3 mm dicken, gut isolirten Kupferdrahtes, dessen Enden dauernd je mit $r_{,}\,r_{,}$ verbunden sind. In der Mitte dieses Bechers ist concentrisch ein schmälerer, von 2,5 cm Durchmesser befestigt. In diesem steckt ein massiver Hartgummicylinder, umwickelt mit zehn Windungen dünnen isolirten Kupferdrahtes. Um diese Windungen liegt Paraffinpapier und darüber ein langer, geerdeter und der Länge nach geschlitzter Stanniolcylinder. Beide Gläser sind mit Vaselinöl gefüllt. Das Ganze ist ein kleiner Inductionsapparat; geht durch den Aussendraht eine kräftige elektrische Schwingung, so wird im inneren Drahte eine secundäre Schwingung inducirt, welche nach später zu schildernden Methoden gemessen werden kann.

Das System II besteht aus einem dem Bunsen'schen Eiscalorimeter ähnlichen Glasgefässe; im inneren mit Vaselinöl gefüllten Gefässe ist eine gleiche Secundärspule s befestigt, wie in I. Aussen sind vier Windungen W des dicken Drahtes. Das Innere des Gefässes kann mit Gasen oder Flüssigkeiten gefüllt werden. Nicht gezeichnet ist die geerdete und der

Länge nach geschlitzte Stanniolhülle der Secundärspule *s* (vgl. Fig. 3).

Man misst nun zuerst die Schwingungswirkung auf I, auf das Vergleichssystem. Die Bügel *dd* (Fig. 1) führen nach $r_, r_,$ — dann wird *dd* nach $r_{,,} r_{,,}$ gelegt und die Wirkung auf II gemessen, wobei in Fig. 3 der Raum *X* einmal mit Gasen und dann mit Elektrolyten gefüllt war. So hoffte ich den Elektrolyten zu finden, dessen Schirmwirkung genau gleich ist der Schirmwirkung eines bestimmten Gases. Da ja hier einfach statt des Gases ohne irgend eine sonstige Aenderung der Elektrolyt substituirt wird, erhält man ein Maass der Leitfähigkeit des Gases.

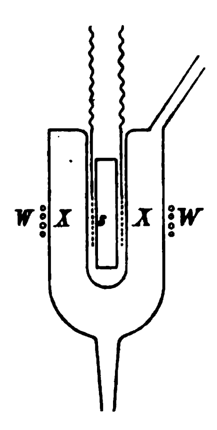


Fig. 3.

Bei einer solchen Substitutionsmethode ist nun auch die Art, wie der inducirte Wechselstrom gemessen wird, von nebensächlicher Bedeutung.

Ich verwendete zu dem Zwecke zuerst ein BELLATI'sches Elektrodynamometer [1]), ein Galvanometer mit schiefgestelltem Eisenbündel. Die beiden kleinen Secundärspulen der Systeme I und II sind mit einer Wippe verbunden, sodass immer nur eine derselben ins Dynamometer eingeschaltet ist. Vor dem Dynamometer liegt noch ein Schlittenapparat, um die Grösse des Ausschlages beliebig zu variiren. Es ist nicht uninteressant, dass dies schöne Instrument noch auf so rasche Schwingungen, 10^7 pro Secunde, anspricht.

Ein grosser Teil der mitgeteilten Versuche wurde noch in folgender Weise wiederholt. *s* sei die Secundärspule von Fig. 3. — Die Leitung derselben enthält einen etwa 4 cm langen, sehr dünnen Constantandraht *ab* (Durchmesser gleich 0,06 mm). — In der Mitte desselben bei *c* ist ein fast ebenso dünner Eisendraht *cd* angelötet. Die Lötmasse bei *c* ist möglichst klein. Von *a* und *d* gehen Drähte zu einem Galvanometer mit beweglicher Spule (von DUCRETET, Spulenwiderstand gleich

1) Vgl. J. W. GILTAY, Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam 25. Januar 1902.

0,38), dem noch ein Widerstand von 1 Ohm als Shunt vorgeschaltet ist. Die durch die Schwingung in *s* erzeugte Erwärmung von *c* wird so mittels eines Thermostromes gemessen. Die Vorteile dieser für fernere Messungen wohl vorzuziehenden Methode liegen in der grösseren Empfindlichkeit (man braucht

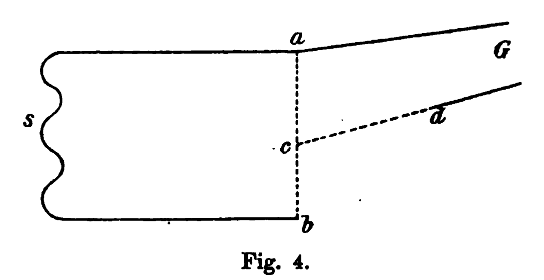


Fig. 4.

für *s* viel weniger Windungen) und vor allem in der Raschheit des Ausschlages, wodurch die Beobachtungszeit bedeutend abgekürzt wird.

Als Beispiele der Beobachtungs- und Berechnungsart seien folgende Zahlen angeführt. Es werden immer abwechselnd drei Versuche mit dem Vergleichssystem I und mit dem Versuchssystem II gemacht.

	I	II	I	II	I	II
Ausschläge	1507 1501 1489	1140 1054 1082	1556 1439 1470	1072 1136 1091	1421 1407 1576	1058 990 1127
Mittel	1499 $= a$	1092 $= b$	1488 $= c$	1100 $= d$	1468 $= e$	1058 $= f$

Dann nehme ich die Mittel:

$$\frac{a + c}{2b} = 1{,}369$$

$$\frac{2c}{b + d} = 1{,}357$$

$$\frac{c + e}{2d} = 1{,}344$$

$$\frac{2e}{d + f} = 1{,}361$$

Gesamtmittel $= 1{,}356$

Solche Beobachtungsreihen wurden zunächst für atmosphärische Luft aufgestellt und zwar

für Schlagweiten $L = 1{,}5$ cm Curve 1
$L = 0{,}5$ „ „ 2
$L = 0{,}3$ „ „ 3

und für verschiedene Drucke von 760 mm an abwärts.

In den (Fig. 5) gegebenen Curven sind die gewonnenen Mittel des Verhältnisses der Ausschläge des Normalsystems I durch die des Absorptionssystems II als Ordinaten (der Raumersparnis wegen um eins vermindert), die Drucke als Abscissen aufgetragen. Doch ist (wieder der Raumersparnis wegen) der Maassstab der letzteren ein willkürlich sich ändernder: auf 760 mm folgt gleich 10 mm, von hier bis 1 mm ist ein Teilstrich gleich 1 mm, von hier bis 0,1 mm sind die Abscissen in 10fachem Maassstabe aufgetragen (1 Teilstrich gleich 0,1 mm) und von 0,1 mm abwärts sind die Drucke mit nochmals verzehnfachter Abscisse gegeben (1 Teilstrich gleich 0,01 mm).

Die Abweichungen der — nach dem blossen Gefühle gezeichneten — Curven von den gemessenen Mittelwerten sind oft nicht unbedeutend, doch sind solche Fehler bei allen Beobachtungen mit grossen Funken wohl kaum zu vermeiden.[1])

Bei grossen Schlagweiten (Curve 1) sind die Fehler bedeutende, weil hier die Constanz des Funkens L schon zu wünschen lässt. Das wird bei kleineren Schlagweiten besser, dann aber macht sich ein kleiner Fehler in der Einstellung der allmählich abbrennenden Elektroden immer mehr geltend.

Dass dies der Fall ist, ist gewiss, wenn ich auch den Grund nur vermutungsweise angeben kann.

Der Anblick der drei Curven zeigt nämlich, dass im grossen Ganzen die Ordinaten für 760 und Null fast gleich sind, dass aber diese Werte von Curve zu Curve sich ändern. Nehmen wir an, dass das Vacuum keine Schirmwirkung ausübt, so sollten die Ordinaten für tiefe Drucke gleich sein. Es sind

1. für $L = 1{,}5$ die Ordinate 1,05
2. „ $L = 0{,}5$ „ „ 1,19
3. „ $L = 0{,}3$ „ „ 1,35.

1) Die einzelnen Mittelwerte, aus denen sich die Curve zusammensetzt, sind in der Zeichnung weggelassen, um dieselbe nicht allzu unübersichtlich zu machen, doch betragen die äussersten Abweichungen höchstens 10 Proc.

Ich habe die ungefähre Gleichheit der Systeme I und II bei 1. durch empirisches Aendern der Zuleitungsdrähte erreicht,

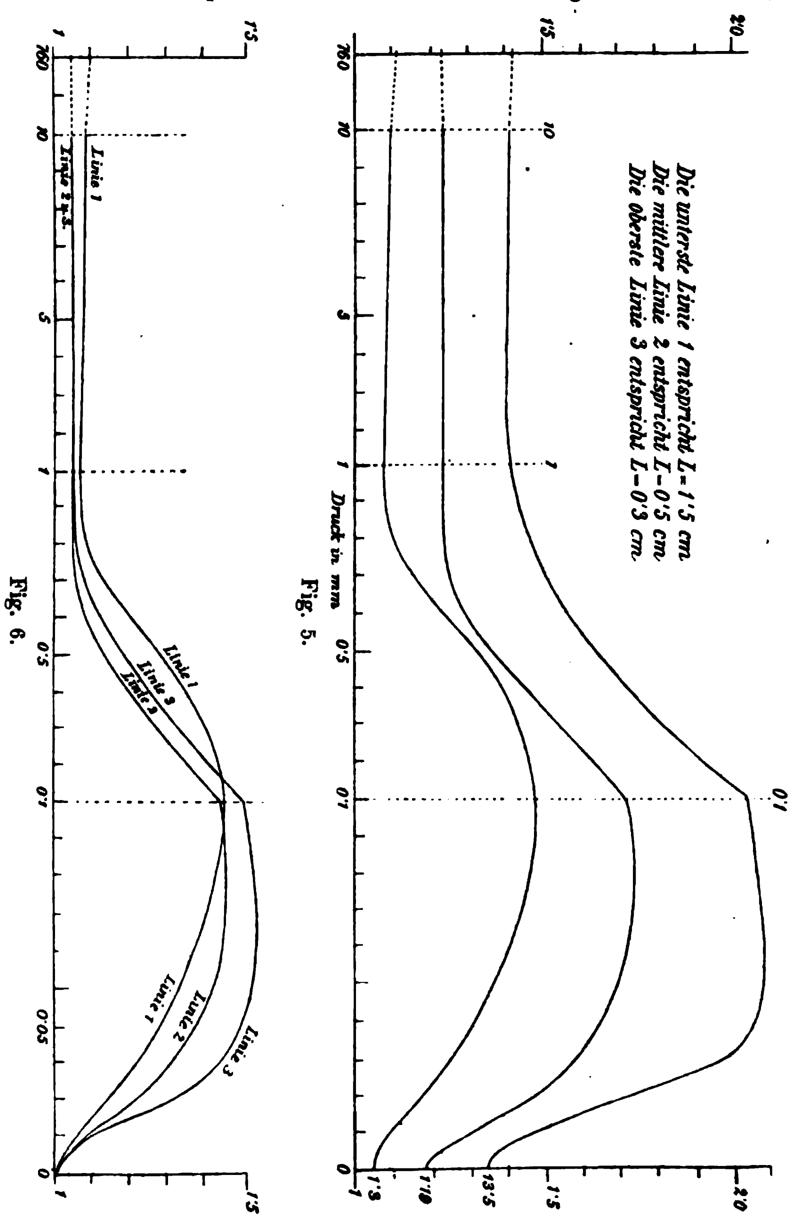


Fig. 5.

Fig. 6.

d. h. ich legte wahrscheinlich zu wenig Wert auf absolute Gleichheit von I und II.

Obige Differenzen lassen sich dann leicht so erklären, dass durch Aenderung des Funkenwiderstandes die Dämpfungsänderung von I und II verschieden ausfällt. Allerdings soll nach Trowbridge [1]) der Widerstand einer Funkenstrecke (auch im Magnetfelde) von der Schlagweite unabhängig sein, doch kann dies für die von mir angewendete Versuchsanordnung nicht gelten. So ist z. B. bei $L = 1{,}5$ cm die Leydnerflasche C (Fig. 1) übersäet mit ganz ungemein kräftigen Lichtbüscheln, welche für $L = 0{,}3$ ganz schwach werden; die Entladungspotentiale ändern sich hier sicher ganz gewaltig. Es kann auch dieser variable Nebenschluss der Büschelentladungen an der Leydnerflasche [2]) die eben besprochenen Differenzen der Endpunkte der Curven mitverursachen.

Doch kann man unschwer rechnerisch diese Veränderlichkeit des Verhältnisses I zu II für das Vacuum eliminiren und danach die ganze Curve corrigiren. Es sei für irgend eine der Curven α_v der absolute Wert des Ausschlages in II für das Vacuum, α_n der absolute Wert für den Druck n und R der absolute Wert des Ausschlages für die Vergleichsspule, der natürlich für alle Drucke einer Curve als gleich angenommen ist. Dann sind R/α_n und R/α_v die entsprechenden (um Eins verminderten) Ordinaten der betreffenden Curven. Bilde ich nun $R/\alpha_n : R/\alpha_v$, so erhalte ich α_v/α_n, d. h. das Verhältnis der durch das Vacuum gehenden, also unabsorbirten Wirkung zu jener, welche nach Durchstrahlung und Absorption einer Gasmasse in X unter dem Drucke n resultirt. Diese Werte (minus Eins) sind die Ordinaten der Curven in Fig. 6.[3])

1) J. Trowbridge, Phil. Mag. (5) **43.** p. 378. 1897.

2) Interessant ist es, dass ich vergebens eine bessere Isolirung anstrebte. Sowie ich z. B. die Leydnerflasche oder entsprechende Kondensatoren ganz in Oel tauchte, wurden selbst Glasdicken von 4 mm unfehlbar durchgeschlagen. Es scheint also dieses Ueberströmen an der Glasfläche der Leydnerflaschen bei starker Spannung der Schwingung als eine Art Sicherheitsventil notwendig.

3) Dabei mache ich die Annahme, dass das Vacuum ein vollständiger Isolator sei, eine Annahme, die wohl sehr wahrscheinlich, aber keineswegs unwidersprochen ist. Vgl. O. Lehmann: „Der dunkle Kathodenraum", p. 30. Karlsruhe 1902, mit viel Literatur-Angabe. Ferner J. Trowbridge, Phil. Mag. (5) **43.** p. 383. 1897. Meine Versuche zeigen nur, dass die von mir betrachtete Strahlung durch das von mir erreichte Vacuum am leichtesten hindurch geht, alles andere absorbirt mehr.

Vor Besprechung der Resultate möchte ich folgende Bemerkung einschalten. Ich wurde erst während der Ausführung der Versuche auf manche Fehlerquelle aufmerksam, durfte aber keine Aenderungen vornehmen, wollte ich nicht die schon gewonnenen langen Versuchsreihen ganz wertlos machen. Wenn ich im Folgenden aus meinen Messungen Folgerungen ziehe, so thue ich dies, weil ich trotz der erkannten Mängel meiner bisherigen Methode glaube, einige nicht uninteressante und sichere Resultate erhalten zu haben.

Zunächst stellen die gemachten Beobachtungen erst einen ganz bestimmten Typus der Entladung vor. Es ist eine nach Stark [1]) „selbständige“ Strömung, unterstützt durch einen kräftigen äusseren Ionisator. Dadurch dass die äusseren Drähte, in welchen die Condensatorschwingungen stattfinden, elektrostatisch nicht abgeblendet sind, finden zunächst elektrostatisch verursachte Entladungen der Glaswände, wie etwa in einer Ozonröhre, statt. In diesem stark ionisirten Gase setzen dann die inducirten Schwingungen ein. Das darf bei Discussion der Resultate nie vergessen werden; die Erscheinungen sind wahrscheinlich mit elektrostatisch abgeblendeten Röhren ganz andere.

Der absolute Ausschlag (aus der Curve natürlich nicht ersichtlich) im System II ist bei $L = 1{,}5$ cm am kleinsten und bei $L = 0{,}3$ cm am grössten. Die Leuchterscheinungen in verdünnten Gasen sind aber umgekehrt im ersten Falle am grössten. Die Erklärung ist sehr einfach. Es ist die Stärke der Schwingungen, die Amplitude, bei grossen Schlagweiten grösser, darum das hellere Licht, während bei kleinen Schlagweiten die Dämpfung kleiner wird, wodurch die Gesamtenergie der Schwingungen steigt.

Die Form der Curven in Fig. 6 ist sehr verschieden. Bei $L = 1{,}5$ cm, Curve 1, ist der Anstieg am raschesten, das Maximum der Absorption bez. Leitfähigkeit wird bei etwa 0,1 mm erreicht. Der Charakter des Anstieges der zwei anderen Curven (für $L = 0{,}5$ bez. 0,3 cm) ist ein ganz anderer, das Minimum des Widerstandes tritt hier erst bei etwa 0,07 und 0,06 mm ein.

Der Grund hierfür kann liegen in der grösseren elektromotorischen Kraft, welche die Entladung von Curve 1 verursacht und in der energischeren Wirkung des äusseren Ioni-

1) J. Stark, „Die Elektr. in Gasen“, p. 120. Leipzig 1902.

sators. J. J. Thomson, der mit viel schwächeren Spannungen arbeitet, fand für elektrodenlose Entladungen ein Minimum der elektrischen Stärke des Gases erst bei 0,004 mm, indes Hemptinne[1]) durch Ionisirung mit Radium schon bei 144 mm das Gas so leitend machen konnte, dass es leuchtete. Weitere Versuche in dieser Richtung werden sich nach vorliegender Methode wohl unschwer durchführen lassen.

Folgende vier Punkte möchte ich nur hervorheben, theoretische Deutungen aber noch zurückhalten, bis neue Beobachtungen vorliegen.

1. Die Absorption bei 760 mm scheint grösser als im Vacuum.[2])

2. Die Absorption bei 760 mm scheint auch etwas grösser als bei etwa 1 mm Druck. Die Curven haben hier ein Minimum. Die Erscheinung ist kaum zu sehen bei Curve 2 und 3, hingegen bei der Schlagweite $L = 1{,}5$ cm oft beobachtet. Hier fällt die Curve 1 von 760 mm gegen 1 mm.

3. Auffallend ist, dass die Grösse der Maximalabsorption in allen drei Curven so ziemlich gleich hoch ist, bis auf etwa 4 Proc. — Sollten weitere Beobachtungen dies Resultat bestätigen, so ist es gewiss von grosser theoretischer Bedeutung.

4. Warum die einander sonst so ähnlichen Curven 2 und 3 rechts, von 0,5 mm abwärts auseinander gehen, weiss ich nicht, doch möchte ich darauf hinweisen, dass hier schon bedeutende Fehlerquellen in der Druckmessung liegen. Bei Wiederholung der Versuche muss das Mac Leod'sche Manometer unmittelbar neben dem Versuchsgefässe angeschmolzen werden, ich hatte es etwas zu weit weg.

In Bezug auf das oft mit bedeutender Temperaturerhöhung verbundene Aufleuchten der verdünnten Luftmassen sind drei Arten zu unterscheiden.

1. Bei höheren Drucken (2—0,3 mm) leuchtet die Röhre erst nach einigen Secunden auf, dann aber plötzlich, explosionsartig. Das Licht bleibt dauernd bestehen; auch spricht

---

1) A. v. Hemptinne, Compt. rend. 133. p. 934. 1901.

2) Auch O. J. Lodge, Nature, 3. Juli 1902, denkt an eine Absorption in der durch Sonnenlicht ionisirten Atmosphäre, um die Erscheinung zu erklären, dass die drahtlose Telegraphie bei Nacht besser arbeitet als am Tage.

die Röhre bei einem zweiten, unmittelbar folgenden Versuche leichter an.

2. Bei etwas kleineren Drucken setzt das Leuchten momentan und sicher ein.

3. Bei sehr kleinen Drucken (unter 0,01 mm) flackert das Licht manchmal auf und verschwindet dann oft für immer. — Unter 0,005 mm habe ich nie eine Lichterscheinung erhalten können.

Im ersten Falle wird gelegentlich an einer Stelle der Ionenstoss so stark, dass eine leuchtende Schwingung entsteht, die benachbarten Teile resoniren auf diese elektromagnetische Lichtstrahlung und sind infolge dieser Temperaturerhöhung selbst zum Leuchten durch Anprall neuer Ionen prädisponirt.

Im zweiten Falle ist die freie Weglänge der Ionen und die erreichte Geschwindigkeit gross, der Anprall hat immer Leuchten zur Folge. Bei ganz kleinen Drucken fliegt das Ion aber infolge des Wechselstromes hin und her, ohne zum Anstoss zu kommen.

Es scheint so auf den ersten Blick, als ob Absorption einer solchen elektromagnetischen Schwingung stets mit einem Aufleuchten des Gases verbunden sein müsse. E. Wiedemann und G. C. Schmidt[1]) zeigen, dass durch den Strom zum Leuchten gebrachte elektroluminiscirende Gase elektrische Schwingungen absorbiren, auch wenn sie dies stromlos nicht thun. Bouty[2]) ist sogar der Meinung, dass die Leitfähigkeit an ein Aufleuchten gebunden ist. Das ist nach meinen Messungen nicht richtig. Es ist eben meine Beobachtungsweise eine andere. Zunächst werden durch die elektrostatische Wirkung von den Glaswänden her zahlreiche Ionen erzeugt. Diese werden dann durch die Inductionswirkungen in Bewegung gesetzt, ihr Anprall gegen die normalen Atome oder Atomreste erzeugen neue Ionen und die dabei auftretenden Oscillationen veranlassen, wenn sie kräftig genug sind, Elektroluminiscenz. Die absorbirte Energie setzt sich also neben der Ionisirungsarbeit hauptsächlich um in Wärme. Dieser Betrag erreicht die in der Absorption beobachtete Höhe entweder dadurch,

---

1) G. C. Schmidt, Wied. Ann. 62. p. 460. 1897.
2) E. Bouty, Journ. de phys. (3) 9. p. 10. 1900.

dass einzelne wenige Atome sehr kräftig erregt werden, oder aber sehr viele nur mässig. Es kann also bei gleichbleibender Absorption (d. i. gleichbleibender Stromstärke im Gase) das Leuchten stark oder schwach sein, je nachdem vom Anfange an sehr wenige oder viele Ionen sich an der Leitung beteiligen.

Man kann somit auch kräftige Absorption ohne Aufleuchten erhalten, wie ich es zu wiederholten Malen beobachtete. Habe ich einen kräftigen Ionisator, sind sehr viele Ionen vorhanden so bleibt trotz grosser Absorption das Gas dunkel. Natürlich wird auch hier durch Anwendung einer grösseren elektromotorischen Kraft das Gas leuchtend.

Die in den Curven gegebenen Absorptionen lassen sich folgender Weise bedeutend, manchmal bis zum vierfachen Betrage, steigern. Es wird die Verbindung des Systems I mit dem Dynamometer unterbrochen und durch den Funken L eine vorbereitende Schwingung eingeleitet. Nachdem dieselbe 1—2 Minuten auf X gewirkt, wird L abgestellt, die Verbindung mit dem Dynamometer rasch hergestellt und nun gleich ein Absorptionsversuch gemacht. Wartet man aber einige Minuten, so ist die Wirkung der vorbereitenden Schwingung schon fast ganz verschwunden.

Ebenso erhielt ich stärkere Absorptionen bei 760 mm, wenn ionisirte Luft unmittelbar von der Funkenstrecke her angesaugt wurde.

Die Wirkung von Becquerelstrahlen oder von ultravioletter Strahlung habe ich noch nicht untersucht. Selbstredend wird hier die Gasmasse in X gegen elektrostatische Wirkungen des Schwingungsdrahtes zu schützen sein.

Ebenso sind Flammengase zu untersuchen etc.

Man sieht, dass die Fülle der andrängenden Fragen der geschilderten Methode noch manche Arbeit sichert.

Um über die ungefähren Grössenordnungen der in den Curven gegebenen Absorptionen ein angenähertes Bild zu bekommen, wurde der Raum X mit Schwefelsäurelösungen in Wasser angefüllt.

Zunächst entsteht da die Frage, ob die grosse Dielektricitätsconstante des Wassers nicht eine bedeutende Fehlerquelle repräsentire. Der cylinderförmige Raum X liegt ja einerseits

zwischen dem inneren immer zur Erde abgeleiteten Stanniolcylinder X und den zu hohen Potentialen geladenen äusseren Drahtwindungen. Nun ist aber die Capacität dieses Systems gegenüber der Capacität der die Schwingungen erzeugenden Leydener Flasche so verschwindend, dass eine erhebliche Aenderung der Ocillationsdauer kaum zu erwarten ist.

Dass Elektrolyten bei diesen raschen Schwingungen von etwa 10^7 pro Secunde noch die gewöhnliche Leitfähigkeit besitzen, dafür sprechen theoretische Ueberlegungen und praktische Erfahrungen.[1])

Auch hier gebe ich die Werte der Gesamtstrahlung durch das Vacuum dividirt durch die Strahlung durch den in X befindlichen Elektrolyten hindurch. Diese Werte A sind für x Proc. H_2SO_4 in 100 Teilen der Lösung:

$x =$	0	15	30	45	100
$A =$	1,06	1,15	1,25	1,18	1,12

Wir erhalten das interessante Resultat, dass Luft bei einem Drucke von etwa 0,1 mm viel besser leitet als unsere besten Elektrolyten. Ein solches Resultat fand auf etwas andere Weise schon J. J. THOMSON. In meinem Falle ist die Sache wohl deswegen besonders auffallend, weil ich durch die äussere elektrostatische Wirkung für einen ungemein kräftigen Ionisator gesorgt habe. Eine theoretische Extrapolation von der zu schwach leitenden 30 proc. H_2SO_4-Lösung dürfte nicht leicht sein; experimentell müsste man die Aufgabe lösen, einen dem verdünnten Gase gleichwertigen Metallwiderstand herzustellen, der den Raum X ganz ausfüllt.

Auf jeden Fall aber ist die Leitfähigkeit verdünnter Luft sehr gross. Nun unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass der ultraviolette Teil der Sonnenstrahlung eine kräftige Ionisirung der Atmosphäre erzeugt, die in grösseren Höhen stark anwächst.[2]) Ich fand die grösste Leitfähigkeit bei Drucken von etwa 0,3—0,05 mm. — Das entspräche in der Atmosphäre

1) E. Cohn, Wied. Ann. **27**. p. 646. 1884; **38**. p. 217. 1889; W. Nernst, Wied. Ann. **60**. p.600. 1895; T. W. Richards u. J. Trowbridge, Phil. Mag. (5) **43**. p. 376. 1897; J. A. Erskine, Wied. Ann. **62**. p. 494. 1897; K. Eichenwald, Wied. Ann. **62**. p. 571. 1897; K. Wildermuth, Ann. d. Phys. **8**. p. 212. 1902.

2) J. Elster u. H. Geitel, Physik. Zeitschr. **1**. p. 11—14. 1899; H. Ebert, Ann. d. Phys. **5**. p. 718. 1901.

einer Höhe von 54—66 km. Bei meinem Versuche war die elektromotorische Kraft pro 1 cm etwa 20 Volt. Mit kleineren Kräften wird die Leitfähigkeit wahrscheinlich etwas kleiner sein, dafür tritt aber dann kein Leuchten auf. Wenn wir uns nun den gewaltigen Querschnitt dieser in Betracht kommenden Luftmassen unserer Atmosphäre von vielen Kilometern vor Augen halten und deren starke Ionisation, so können wir den Schluss nicht abweisen, dass hier alle längeren elektrischen Schwingungen total absorbirt werden müssen, wobei die absolute Leitfähigkeit viel kleiner sein kann als die von mir experimentell gefundene. Aber auch gleichgerichtete Ströme von ganz gewaltiger Stärke können hier fliessen. Diese Thatsache muss bei eventuellen Betrachtungen über den Erdmagnetismus, Erdelektricität und dergleichen gewiss einmal in Rechnung gezogen werden. Der Frage, ob zur Nachtzeit eine teilweise stattfindende Molesirung der Ionen die Leitfähigkeit dieser Kugelschale einseitig beträchtlich mindert, wird man wohl unschwer experimentell näher treten können.

Nach der gleichen Methode wie Luft, habe ich in ausführlicher Weise auch andere Gase untersucht, von denen Wasserstoff und Aethylen besonders auffallende Absorptionen zeigten, aber wahrscheinlich wohl, weil sich hier folgende interessante Fehlerquelle chemischer Natur zeigte.

Als ich nach einer längeren Versuchsreihe mit C_2H_4 das Gefäss X auswusch, fand ich im destillirten Wasser feine Nadeln und Blättchen. [1])

---

1) Hr. v. Hasslinger, Assistent am chemischen Institut, hatte die Güte, diesen Körper zu untersuchen. Sein Bericht lautet: „Ein gelblich gefärbter Körper erscheint in dünnen Blättchen und lässt auch unter dem Mikroskop nicht die Spur einer krystallinischen Structur erkennen. Derselbe ist unlöslich in Alkohol, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Äther, von Wasser wird er nicht benetzt. Weder von concentrirtem HNO_3 noch von einem Gemisch von HNO_3 mit H_2SO_4 angreifbar; von HNO_3 unter Zusatz von $KClO_3$ nur sehr langsam oxydirbar. Heisse concentrirte KOH färbt er dunkelbraun, scheinbar in Folge Auflösung eines seiner Bestandteile. Der genannte Körper ist nicht unversehrt schmelzbar; bei 300° beginnt er sich zu zersetzen. An der Luft erhitzt, verbrennt ein Teil mit hellleuchtender russender Flamme und der zurückbleibende dunkel gefärbte Rückstand verglimmt langsam, aber vollständig. Unter Luftabschluss erhitzt hinterlässt er nach Entwickelung einer geringen Menge eines

Dieser Körper dürfte sich bei einer Schlagweite $L = 1,5$ cm und zwischen den Drucken 1 bis 0,3 mm bilden. Hier zeigt sich nämlich folgendes interessante Phänomen. Bei Einleitung der Schwingung leuchtet das Gas zunächst intensiv grün auf und wird dann plötzlich nach etwa 5 Secunden intensiv rot. Bei rascher Wiederholung dauert das grüne Leuchten kürzer, und nach etwa 5maligem Versuche leuchtet das Gas gleich intensiv rot auf. Lässt man das Gas aber längere Zeit stehen, so setzt es zunächst wieder mit grünem Leuchten ein wie zuerst. Das Gas — um mit OSTWALD zu reden — lernt das Erröten, und zwar mit einiger Uebung immer besser; verlernt es aber auch wieder bei längerem Nichtüben. In Folge dieser Erfahrung entstand aber der Verdacht, dass vielleicht auch die excessiven Werte bei H_2 durch irgend welche Verbindungen mit Sauerstoffspuren veranlasst sein könnten und es ist bei Wiederholung dieser Versuche besondere Rücksicht auf die Reinheit der Gase zu nehmen, wobei gleichzeitig spectralanalytische Untersuchungen anzustellen sind. — Auch werden Versuche mit schwächeren Kräften auszuführen sein.

Ich bin mir wohl bewusst, dass die geschilderten Versuche noch manche Fehlerquellen enthalten, deren Vermeidung mir bisher nur zum Teile gelungen ist. Ich glaube aber, dass solche elektrodenlose Ströme viele Eigenschaften der Gasionen werden besser erkennen lassen, als die hauptsächlich gepflegte Beobachtungsart mit Elektroden. Wir haben hier nirgends eine Anstauung von Ionen, die Sache wird dadurch in vieler Beziehung einfacher. Wenn ich es trotzdem möglichst vermied theoretischen Speculationen, welche oft verführerisch lockten, nachzuhängen, geschah dies, weil viele meiner Resultate noch weiterer Bestätigung bedürfen. Das Arbeitsfeld ist ein grosses, und mein Hauptzweck war, auf dasselbe hinzuweisen.

schweren brennbaren Gases einen schwarzen asphaltartig riechenden, in den üblichen Lösungsmitteln unlöslichen Rückstand. Sein specifisches Gewicht beträgt circa 1,3. Er scheint somit allem Anschein nach ein Gemisch hochmolecularer Kohlenwasserstoffe (Paraffine) bez. asphaltartiger Substanzen zu sein.“

Ueber einen Versuch, die Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen unabhängig vom Vacuum zu reguliren;

von Friedrich Dessauer.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 25. September 1902.)

(Vgl. oben S. 260).

Die Durchdringungskraft der *X*-Strahlen bei unseren heutigen Röntgenröhren wurde durch sogenanntes Regeneriren geändert, durch Variation des Gasgehaltes in der Röhre.

Diese Methode hat praktisch sehr grosse Nachteile. Abgesehen von der erfahrungsgemäss bei wiederholtem „Regeneriren" eintretenden Verschlechterung der Röhrenqualität erfolgt ein solches Reguliren immer mehr oder minder ins Ungewisse bei Ausserbetriebsetzung der Röhre.

Bei der praktischen Anwendung der *X*-Strahlen, insbesondere der medicinischen Anwendung, ist es nun von sehr grosser Wichtigkeit, die Durchdringungskraft dem Objecte anpassen zu können, sie während des Arbeitens rasch und in beliebiger Reihenfolge vergrössern und verkleinern zu können.

Zu diesem Zwecke suchte ich ein Mittel zu finden, um das Potential bei der Entstehung der Anionen einfach verändern zu können, ohne das Vacuum zu ändern.

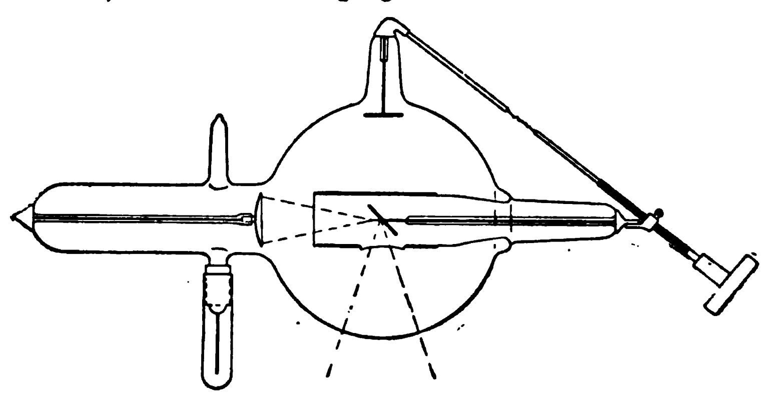
Die Vorrichtung ist folgende (vgl. Figur).

Die Antikathode wird in ein Glasrohr eingeschlossen, das einen metallischen Belag trägt. Die Vorrichtung ist eine Art Leydener Flasche, deren innerer Belag durch die Antikathode repräsentirt ist, und dessen Aussenbelag in seiner negativen Ladung noch durch die herandringenden Kathodenstrahlen verstärkt wird.

Die negativ geladenen Ionen (Kathodenstrahlen) müssen in den gleichfalls negativ geladenen Aussenbelag hineindringen. Durch den Abstossungswiderstand und die Erhöhung der Potentialdifferenz sollten also unter gleichem Vacuum nun durch-

dringungskräftigere X-Strahlen entstehen, als dies sonst der Fall ist.

Dass dies in der That so ist, lässt sich leicht zeigen, indem in der Röntgenröhre gegenüber dem Blendenbelage eine Hülfsanode angeordnet wird. Führt man dieser einen Strombetrag zu, so werden positiv geladene Ionen zum Belage geschleudert, die dessen Ladung mehr oder weniger beseitigen und so den Abstossungswiderstand aufheben, die Potentialdifferenz erniedrigen. Es ändert sich sofort der Charakter der Strahlen, die an Durchdringungskraft einbüssen.



Die Röhre besitzt einen Schieber, der gestattet, der Hülfsanode durch Vorschalten einer Funkenstrecke mehr oder weniger Elektricität zuzuführen und so die Ladung des Metallbelages zu variiren. Dadurch kann man in der That die Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen in der Röntgenröhre, solange sie noch weich ist, in weiter Grenze verändern.

Vielleicht sind die vorgetragenen Grundanschauungen nicht absolut zutreffend, jedenfalls aber hat die Röhre allgemein sehr grosse Verbreitung gefunden und schon heute in Hunderten von Exemplaren das Vorgetragene praktisch bewährt.

Aschaffenburg, 30. September 1902.

Zusammenhang zwischen Absorption und Auflösungsvermögen; von R. Straubel.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 24. September 1902.)

(Vgl. oben S. 260.)

Meine erste Mitteilung soll die Frage behandeln: Wie hängt das Auflösungsvermögen eines idealen optischen Instrumentes von der Absorption ab, die in ihm vorhanden ist.

Das Bild eines leuchtenden Punktes ist, wie bekannt, eine Diffractionserscheinung; die Frage würde also lauten, wie ändert sich das Diffractionsbild, wenn man die Absorption in dem Instrument berücksichtigt. Die Notwendigkeit, die Theorie durch Mitberücksichtigung der Absorption zu erweitern, bedarf keiner besonderen Begründung. Allerdings spielt die Absorption für die dem Auge sichtbare Strahlung meistens keine grosse Rolle; in dem Gebiete der unmittelbaren Strahlung findet sich aber bei dem zu optischen Zwecken benutzten Material zum Teil sehr kräftige Absorption.

Wir wollen hier nur die beiden einfachsten und wichtigsten Fälle behandeln, nämlich erstens den Fall eines Prismas bez. Prismensatzes, und zweitens den einer Linse bez. Linsensystems; auch wollen wir uns beschränken auf die sogenannte Fraunhofer'sche Beugungserscheinung.

Im ersten Fall soll die Welle rechteckig[1]) begrenzt angenommen werden, und zwar soll ein Seitenpaar des Rechtecks der Prismenkante parallel sein. Die Amplitude der Welle lässt sich dann durch $e^{\alpha - \beta s}$ darstellen, worin α und β Constanten, s die Entfernung eines auffallenden Lichtstrahles von

---

1) Der Fall, dass bei gleichem Absorptionsverlaufe eine kreisförmige Begrenzung der Welle stattfindet, soll wegen seiner Complication hier nicht behandelt werden, derselbe wird sich in der ausführlichen Publication finden.

der Kante des Prismas bedeutet; β würde in diesem Falle eine positive Grösse sein.

Handelt es sich zweitens um den Fall, dass auf eine Linse bez. ein Linsensystem mit kreisförmiger conaxialer Blende eine Kugelwelle fällt, deren Mittelpunkt auf der Axe des Systems liegt, so soll die Amplitude von der Form $e^{\alpha - \beta s^2}$ angenommen werden. Hierin bedeutet s die Entfernung von der optischen Axe, und es kann β je nach den Umständen positiv oder negativ sein. Bei einer einfachen Linse wird β positiv oder negativ sein, je nachdem es sich um eine Zerstreuungs- oder eine Sammellinse handelt, bei einer zweifachen achromatischen Sammellinse, je nachdem das Flint oder das Crown wesentlich stärker absorbirt. Uebrigens gilt die obige Form für die Amplitude, sobald die Winkel, welche die Lichtstrahlen in der Linse mit der Axe bilden, klein sind; Dicken und Abstände der Linsen bedürfen keiner Beschränkung.

Ich habe ferner das Huyghens'sche Princip in seiner einfachsten Form benutzt und ununtersucht gelassen, ob und wie dieses Rechenschema vom Standpunkte der optischen Theorien aus zu modificiren wäre. Uebrigens bin ich der Meinung, dass bei näherer Untersuchung die Zulässigkeit des Princips, abgesehen von kleineren Correctionen, sich ergeben würde. — Ich beginne nun mit dem mathematisch sehr einfachen Fall eines Prismensatzes und erinnere, um die Wirkung der Absorption zu übersehen, kurz an das Diffractionsbild bei fehlender Absorption. Bekanntlich ergiebt sich eine maschenförmige Lichtverteilung mit zum Rechteck reciproken Dimensionen. Das Diffractionsfeld ist in monochromatischem Lichte von zwei dunklen gekreuzten Streifensystemen mit der Intensität Null durchschnitten. Wandern wir in einer der beiden zu den Rechteckseiten parallelen Richtungen, so wird der Abfall der Intensität durch

$$\frac{\sin^2 \frac{v}{2}}{\left(\frac{v}{2}\right)^2}$$

dargestellt, worin v eine dem Sinus des „Beugungswinkels" proportionale Grösse bedeutet.

Wie wird nun dieser typische Verlauf durch die Ab-

sorption geändert? In der Richtung der Kante des Prismas wird, wie man leicht sieht, überhaupt nichts verändert; senkrecht zur Kante dagegen ergiebt sich an Stelle der obigen Formel

$$I = \frac{\operatorname{Cos} u - \cos v}{\operatorname{Cos} u - 1} \cdot \frac{u^2}{u^2 + v^2},$$

worin

$$\operatorname{Cos} u = \frac{e^u + e^{-u}}{2}$$

und u eine für die Absorption theoretisch maassgebliche Grösse bedeutet, die dem Extinctionscoefficienten der Prismensubstanz proportional ist.

Wie man sieht verschwinden, sobald die Absorption einsetzt, die Nullstellen der Intensität. Die — symmetrische — Curve der (relativen) Intensität hebt sich mit wachsender Absorption und zwar in folgender charakteristischer Weise: die Minima rücken von der Mitte weg, die Maxima auf die Mitte zu, bis die Grenzwerte der Reihe nach, und zwar die ersten zuerst durch Zusammenfliessen je zweier verschwinden. Mit wachsender Absorption nähert sich die Intensitätscurve schliesslich mehr und mehr der hyperbolischen asymptotisch zur Abscissenaxe abfallenden Curve $u^2/u^2 + v^2$.

Es verbreitern sich also infolge des Absorptionseinflusses die Linien. Dies ist ja zu erwarten, denn die Absorption muss in dieser Beziehung ähnlich wie eine Verengung der Oeffnung wirken.

Wie man sieht, muss man den üblichen Begriff des Auflösungsvermögens modificiren. Da die erste Nullstelle, deren Entfernung von der Bildmitte zur Definition benutzt wird, ebenso wie die anderen Nullstellen nicht mehr vorhanden ist, wäre die naheliegendste Verallgemeinerung, die Entfernung bis zum ersten Minimum zu rechnen. Indessen ergeben sich auch hier noch merkwürdige Consequenzen, wie die, dass bei wachsender Absorption in dem Moment, wo das erste Minimum verschwindet, das Auflösungsvermögen sich discontinuirlich ändert. Es wird also nötig sein, das Auflösungsvermögen etwas anders zu definiren.

Ich komme jetzt zu dem zweiten Fall, dem eines centrirten Linsensystems mit einem leuchtenden Punkt auf der Axe. Bezeichnen wir wieder mit v eine der Entfernung eines

Punktes des Beugungsbildes von der optischen Axe proportionale Grösse, mit u die theoretische Absorptionsgrösse, deren Zusammenhang mit Form, Grösse und Absorption der benutzten Materialien hier nicht gegeben werden soll, so kann man — die Intensität des Mittelpunktes gleich 1 gesetzt — die Intensität (I) durch die folgenden Formeln darstellen:

$$I = C^2,$$

$$C\left(e^{\frac{u}{2}} - 1\right) = \frac{u}{v} J_1(v) + \left(\frac{u}{v}\right)^2 J_2(v) + \left(\frac{u}{v}\right)^3 J_3(v) + \ldots$$

$$= e^{\frac{u^2 - v^2}{2u}} - \left\{J_0(v) - \frac{v}{u} J_1(v) + \left(\frac{v}{u}\right)^2 J_2(v) - \ldots\right\}$$

$$= A_0 + A_1 \frac{v^2 - u^2}{2u} + \frac{A_2}{1.2} \cdot \left(\frac{v^2 - u^2}{2u}\right)^2 + \ldots$$

$$A_0 = \pm J_1(u) + J_2(u) \pm J_3(u) + \ldots$$

$$A_1 = \quad - J_2(u) \mp J_3(u) \pm \ldots$$

$$A_2 = \quad \pm J_3(u) + \ldots$$

In diesen Formeln bedeuten $J_0(v)$, $J_1(v)$, $J_2(v)$ die Bessel'schen Functionen 0[ter], 1[ter], 2[ter] ... Ordnung für das Argument v; das obere oder untere Vorzeichen in dem letzten System gilt, je nachdem u positiv oder negativ ist. Den ersten Ausdruck wird man zweckmässigerweise benutzen, falls $(u/v)^2$ hinreichend kleiner als 1 ist, den zweiten, falls es genügend grösser ist, und den dritten, falls $(u/v)^2$ von 1 wenig verschieden ist. Da I nicht als eine Summe zweier Quadrate, sondern als ein einziges Quadrat dargestellt wird, haben wir Nullstellen bez. Ringe der Intensität; das Bild wird also nicht verschwommen, sondern behält seinen markirten Charakter und es kann sich bloss fragen, wie ist dieses Ringsystem modificirt, rücken die Ringe zur Mitte oder nach aussen, werden sie stärker oder schwächer? Aus einer numerischen Rechnung, die für u das Intervall -6 bis $+6$ und für v 0 bis 12 umfasste, sieht man Folgendes. Bei positivem u, d. h. bei einer am Rande des Linsensystems stärkeren Absorption verschieben sich, wenn man die Absorption von Null an wachsen lässt, zunächst alle Nullstellen nach aussen. Für die erste gilt dies bis zu ihrem Verschwinden; die zweite dagegen kehrt bei einer gewissen Absorptionsgrösse u ihre Wanderungsrichtung um,

legt den ganzen Weg rückwärts zurück und vereinigt sich an ihrer ursprünglichen Stelle mit der ersten. Die Intensität der Ringe nimmt für positive wachsende u stark ab, schon bei $u = +3$ sind die Ringe ziemlich schwach.

Wir haben also bei positivem u im wesentlichen Verringerung des Auflösungsvermögens und Verminderung der relativen Intensität der Diffractionsringe. Bei negativem u, d. h. in der Mitte des Linsensystems stärkerer Absorption haben wir die entgegengesetzten Erscheinungen, nämlich bei schwacher Absorption einerseits eine Verkleinerung der Ringe und damit eine Steigerung des Auflösungsvermögens, dafür aber auch andererseits eine Erhöhung der relativen Intensität der Ringe. Welcher von beiden Fällen wünschenswerter erscheint, hängt sehr von den speciellen Umständen ab; soll ich ein rein subjectives Urteil abgeben, so würde ich bei gleichem Abfall der Intensität zwischen Mitte und Rand den ersteren Fall vorziehen, bei dem also zwar das „Auflösungsvermögen" vermindert, alles in allem aber eine höhere Bildconcentration vorhanden ist.

Ueber einen allgemeinen Satz der geometrischen Optik und einige Anwendungen;
von R. Straubel.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 24. September 1902).

(Vgl. oben S. 260.)

Die zweite Mitteilung betrifft einen allgemeinen Satz der geometrischen Optik, und zwar aus dem physisch realisirbaren Gebiete derselben. Der Satz ist ein geometrischer insofern, als er, abgesehen vom Brechungsexponenten, nur Raumelemente enthält; physischer Natur ist er nur insofern, als er auf die, und zwar einzige, Voraussetzung hin sich beweisen lässt, dass die Bahnen der betrachteten Büschel kürzeste (oder längste) Wege zwischen zwei Punkten sind.

Der Satz spaltet sich in zwei Einzelsätze, je nachdem es sich um ebene oder räumliche Büschel handelt. Dabei soll aber gleich ausdrücklich hervorgehoben werden, dass unter „ebenen“ Büscheln nicht nur solche verstanden sein sollen, die während ihres ganzen Verlaufes in einer und derselben Ebene bleiben, sondern nur Büschel mit ebenen Oeffnungswinkeln.

I. Der Satz für „ebene“ Büschel.

Von einem Punkte gehe ein unendlich dünnes, ebenes Büschel mit dem Oeffnungswinkel dw aus, das an einer beliebigen Stelle seiner nach dem Princip der kürzesten Zeit construirten Bahn die lineare Breite ds' besitzen soll. Wir lassen dann umgekehrt von einem Punkte des Linienelementes ds' ein zweites, unendlich dünnes ebenes Büschel in der durch ds' und die Bahn im zweiten Punkte gelegte Ebene ausgehen und zwar so, dass die Axen zusammenfallen. Der Winkel dieses Büschels im zweiten und die lineare Breite im ersten Punkt seien dw' bez. ds; dann lautet der Satz

$$n\,ds\,.\,dw = (\qquad)'.$$

Die Klammer nebst Accent bedeutet, dass alle links vorkommenden Grössen den Accent bekommen sollen, n bez. n' sind die Brechungsexponenten des Mediums im ersten bez. zweiten Punkt. Steht das (jetzt mit dl bezeichnete) Linienelement nicht senkrecht zum Büschel, sondern bildet seine Normale mit diesem den Winkel w, so lautet der Satz:

$$n \, . \cos w \, . \, d w \, . \, d l = (\qquad)' .$$

II. Satz für räumliche Büschel.

Setzen wir an Stelle der beiden ebenen Büschel zwei räumliche mit den Oeffnungswinkeln $d\omega$ und $d\omega'$ und bezeichnen ihre Querschnitte in den beiden Punkten mit dq und dq', so lautet der entsprechende Satz:

$$n^2 d\omega \, dq = (\qquad)' .$$

Bildet die Normale des Flächenelementes (jetzt mit df bezeichnet) mit dem-Büschel den Winkel ϑ, so tritt an die Stelle der letzten Gleichung

$$n^2 . \vartheta \cos \vartheta \, . \, d\omega \, . \, df = (\qquad)' .$$

Beweis.

Der Beweis für die beiden Sätze ergiebt sich leicht aus dem Princip der kürzesten Zeit, z. B. wenn man ähnliche Wege geht wie Kirchhoff und Clausius in ihren bekannten Abhandlungen.

Legt man in die Ausgangspunkte der ebenen Büschel rechtwinklige ebene Coordinatensysteme, deren xz-Ebenen mit den Büschelebenen zusammenfallen und deren z-Axen in die Richtung der Lichtstrahlen fallen, bezeichnet ferner mit c die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raume und mit T die Lichtzeit zwischen den beiden Punkten, so erhält man unmittelbar:

$$n \frac{d w}{d s'} = n' \frac{d w'}{d s} = c \frac{\partial^2 T}{\partial x \, \partial x'} ,$$

oder:

$$n \, d w \, d s = (\qquad)' .$$

Behalten wir für räumliche Büschel Anfangspunkte und Lage der z-Axen für die Coordinatensysteme bei, so findet

man analog für die Verhältnisse zwischen den Oeffnungswinkeln und den Querschnitten

$$n^2 \frac{d\,\omega}{d\,q'} = n'^2 \frac{d\,\omega'}{d\,q} = c^2 \left\{ \frac{\partial^2 T}{\partial x\,\partial x'} \frac{\partial^2 T}{\partial y\,\partial y'} - \frac{\partial^2 T}{\partial x\,\partial y'} \frac{\partial^2 T}{\partial x'\,\partial y} \right\},$$

oder:

$$n^2\,d\,\omega\,d\,q = (\qquad)'.$$

Es ist merkwürdig, dass KIRCHHOFF und CLAUSIUS die obigen Sätze und speciell den für räumliche Büschel übersehen, oder mindestens ihre Formulirung unterlassen haben. Bei CLAUSIUS ist dies vielleicht dadurch zu erklären, dass er von vornherein darauf ausging, die Beziehung zwischen den Büschelelementen in conjugirten Punkten festzulegen.

Jedenfalls hatten die genannten Forscher den zum Beweise des Satzes nötigen Apparat so vollständig in der Hand, dass Hr. Prof. ABBE — der, wie er mir mitteilte, den auf räumliche Büschel bezüglichen Satz schon seit langer Zeit kannte — geradezu der Meinung war, der Satz stehe bei KIRCHHOFF oder CLAUSIUS.

Die obigen Sätze oder wenigstens der auf räumliche Büschel bezügliche scheinen unter energetischen Gesichtspunkten betrachtet — eine kleine Ueberlegung benötigt das Vorkommen der Brechungsexponenten — ohne weiteres klar und in der Art wurden die Sätze zunächst energetisch gefunden bei einem Versuche, Homologien von allgemeinen Sätzen der geometrischen Optik und der Interferenz- und Beugungstheorie zu finden. Immerhin dürfte es wohl richtiger sein, einen sozusagen geometrischen Satz möglichst allein mit mathematischen Hilfsmitteln zu beweisen.

Man kann fragen, ob es noch weitere, so allgemeine Sätze bei Voraussetzung des Princips der kürzesten Lichtzeit giebt. Nun, das lässt sich leicht erkennen, dass es keine weiteren Sätze giebt, die nur die oben vorkommenden Büschelelemente, nämlich Oeffnungswinkel und Breite bez. Querschnitt, sowie die Brechungsexponenten enthalten.

I. Anwendungen auf die Photometrie.

Die photometrischen Gesetze erscheinen bekanntlich in der theoretischen Behandlung sehr einfach, thatsächlich aber

werden in der Handhabung noch jetzt vielfach Missgriffe begangen. Es ist nun ein besonderer Vorzug dieser Sätze, sich mit grösster Leichtigkeit auf photometrische Fragen anwenden zu lassen. Natürlich muss bei einer solchen Verwendung die Voraussetzung der Sätze erfüllt sein, dass das Licht in dem benutzten Gebiete auf kürzesten Bahnen läuft. Dass die Sätze so bequem anwendbar sind, liegt einmal an ihrer einfachen Form, andererseits aber und in erster Linie darin, dass es sich bei ihnen nicht um eine specielle Beziehung, wie z. B. von Object und Bild, sondern um eine allgemeine zweier nach dem Princip der kürzesten Lichtzeit zugeordneter Raumelemente handelt.

Nur durch ein einfaches Beispiel möchte ich an dieser Stelle die bequeme Anwendungsfähigkeit der Sätze für Aufgaben der Photometrie beweisen. Hat man einen leuchtenden Punkt, d. h. eine kleine leuchtende Fläche und ein beliebiges optisches System, so wollen wir die bekannte Frage beantworten, welche specifische Intensität besitzt eine beliebige, hinter oder zwischen dem Linsensystem gelegene Fläche, d. h. wieviel Licht strahlt die Flächeneinheit einer Fläche unter dem räumlichen Oeffnungswinkel Eins aus. Bezeichnet man die specifischen Intensitäten der Lichtquelle und der Fläche mit L und L', das Flächenelement und den Strahlungswinkel mit $d\,q$ und $d\,\omega$, ferner die diesen nach dem Princip der kürzesten Lichtzeit conjugirten Grössen mit $d\,\omega'$ und $d\,q'$ so ist, von Reflexions- und Absorptionsverlusten abgesehen:

$$L\,d\omega\,d\,q = (\qquad)' \quad .$$

Andererseits ist aber nach dem obigen Satz für räumliche Büschel:

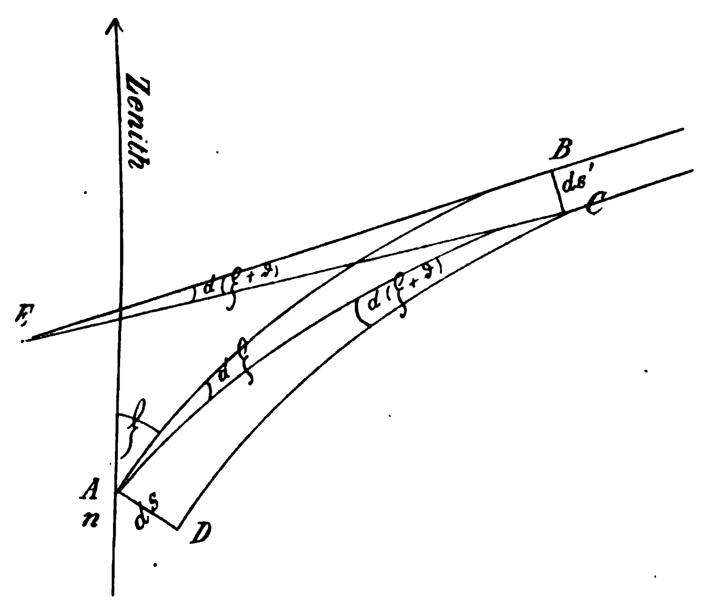
$$n^2\,d\,\omega\,d\,q = (\qquad)'$$

und man erhält das bekannte Resultat:

Die specifische Helligkeit der Lichtquelle und einer beliebigen vom Lichte dieser Quelle durchsetzten Fläche verhalten sich direct wie die Quadrate der Brechungsexponenten. Durchsetzt die Fläche also an irgend einer Stelle einen Körper, so ist die specifische Intensität im Verhältnis des Quadrates des Brechungsexponenten des Körpers gesteigert.

II. Anwendung auf die Dioptrik der Atmosphäre.

Vor einigen Jahren hat Hr. GLEICHEN[1]) untersucht, wie ein cylindrisches Strahlenbündel, das in die Atmosphäre der Erde eintritt, darin modificirt wird. Das Büschel wird astigmatisch. Es kamen einige interessante Consequenzen heraus. Die Helligkeit der Sterne im Zenith ist grösser, als sie ohne Atmosphäre wäre. Bei 56° Zenithdistanz ist die Helligkeit die gleiche, dann nimmt sie schnell ab und beträgt am Horizont nur 83 Proc. Die Berechnung der Querschnittsänderung, die ein



solches unendlich dünnes Strahlenbündel erfährt, ist nicht auf sehr einfachem Wege erfolgt. Die einfache Endformel, zu der Hr. GLEICHEN kam, schien mir aber zu beweisen, dass es auch einen einfachen Beweis geben müsste.

Eine durch den unendlich fern gedachten Stern und durch den Mittelpunkt der Erde gelegte Ebene soll Meridionalschnitt heissen, jede dazu senkrechte Ebene Sagittalschnitt. Die Bestimmung des Verhältnisses der Breiten im Sagittalschnitt

1) A. GLEICHEN, Verhandl. d. Deutsch. Physik. Gesellsch. 2. Nr. 2 und Nr. 16. 1900.

macht nun, wie man leicht sieht, keinerlei Schwierigkeit, wohl aber die im Meridionalschnitte. Nach dem obigen, für ebene Büschel geltenden Satz lässt sich diese Bestimmung reduciren auf die Bestimmung des Verhältnisses der vorkommenden Winkel dw und dw'.

Wir legen (vgl. Figur) von dem einen, z. B. oberen Ende des ersten linearen Querschnittes (A), nach dem anderen, d. h. unteren des zweiten (C) einen Hülfslichtweg, denken uns die Mitte des Auges in den Schnittpunkt der Lichtwege AB und AC gebracht und nennen die scheinbare Zenithdistanz der Lichtwege $d\zeta$. Ferner legen wir an der Stelle des Eintrittes in die Atmosphäre an den oberen Lichtweg und den Hülfslichtweg Tangenten, so ist der Winkel dieser beiden, wenn man die Refraction mit ϑ bezeichnet $d(\zeta + \vartheta)$. Hiermit ist die Aufgabe im wesentlichen gelöst. Für das Verhältnis der Querschnitte erhält man leicht die von Herrn Gleichen gegebene Formel:

$$\frac{q}{q'} = \frac{\sin(\zeta + \vartheta)}{n^2 \sin\zeta}\left\{1 + \frac{d\vartheta}{d\zeta}\right\}.$$

Darin bedeutet n den Brechungsexponenten am Beobachtungspunkte.

III. Anwendung auf die Abbildungslehre.

In den obigen Sätzen war immer vorausgesetzt, dass die betrachteten ebenen oder räumlichen Büschel in den zugeordneten Punkten lineare oder flächenhafte Querschnitte von der gleichen Grössenordnung wie die Winkel besässen. Man kann aber auch die bisher ausgeschlossenen Fälle, in denen also ein Schneiden der Strahlen eintritt, hereinbeziehen. Zu diesem Zwecke hat man nichts weiter zu thun, als den Satz noch ein zweites Mal anzuwenden, indem man den zweiten Ort der Schnittpunktsstelle zuordnet und die Sätze combinirt. Wir wollen hier nur den einfachsten Fall behandeln, dass auch für räumliche Büschel die von dem ersten Punkte homocentrisch ausgehenden Lichtwege sich wieder homocentrisch vereinigen. Wie man sieht, ergeben sich als Beziehungen in conjugirten Punkten die Sätze:

$$n \cos w \, dw \, dl = (\qquad)''$$

$$n^2 \cos\vartheta \, d\omega \, df = (\qquad)''.$$

Die Sätze bleiben also vollständig bestehen, nur die Beziehungen der Elemente haben sich geändert; den Winkel-, Linien- und Flächenelementen entsprechen jetzt solche derselben Art.

Man übersieht unter anderen folgende Consequenzen: Soll in einem ebenen Büschel endlicher Breite ein Linienelement von allen unendlich dünnen Teilbüscheln mit gleicher Vergrösserung abgebildet werden, so gilt eine Art Sinussatz. Dieser Satz scheint also nichts Specifisches für centrirte Linsensysteme zu sein, sondern auch noch anderweitige Gültigkeit zu haben. Würde ein vom ersten Punkte normal ausgehender Lichtweg auf das zweite Linienelement ebenfalls normal auftreffen, so gilt der Sinussatz in der gewöhnlichen Form. Aehnliche Betrachtungen lassen sich für räumliche Büschel anstellen, doch soll dies hier nicht geschehen.

Nun noch eine Bemerkung. Aus der zweiten Gleichung gewinnt man für centrirte Systeme sofort den Sinussatz. Sein geometrischer Charakter — nämlich als Bedingung dafür, dass die Abbildung eines auf der Axe gelegenen Flächenelementes durch alle Zonen mit gleicher Vergrösserung erfolge — ist ebenso wie bei dem im Handbuch der Physik gegebenen Beweise ohne weiteres klar. HELMHOLTZ hat den Sinussatz energetisch bewiesen. Aber bei aller Ehrfurcht vor HELMHOLTZ und trotz des richtigen Resultates muss ich sagen, ich halte die Schlussweise nicht für correct. Denn er verallgemeinert den nur für unendlich dünne Büschel bewiesenen Satz über das Helligkeitsverhältnis von Object und Bild auf endlich geöffnete Büschel. Meiner Ueberzeugung nach muss man durch Combination des Energiesatzes und des Sinussatzes den Satz über das Helligkeitsverhältnis beweisen, nicht aber, wie HELMHOLTZ es gethan hat, aus Energiesatz und Helligkeitssatz den Sinussatz ableiten.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 14.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 17. October 1902.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem während der Ferien erfolgten Ableben ihrer Mitglieder, der Herren

Professor Dr. Rudolf Virchow,

Professor Dr. R. Finkener,

sowie

Fräulein Dr. Else Neumann.

Die Anwesenden erheben sich zu ehrendem Gedächtnis der Verstorbenen von ihren Sitzen.

Ferner berichtet der Vorsitzende über die Verhandlungen des wissenschaftlichen Ausschusses in seiner Sitzung gelegentlich der 74. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Karlsbad. In erster Linie wirkte der Ausschuss mit an der Vorbereitung der Sitzungen der physikalischen Section. Den Hauptgegenstand der Besprechungen bildete dann die vorläufige Vereinbarung einheitlicher Bezeichnungen für eine Reihe physikalischer Begriffe. Ausserdem verhandelte der wissenschaftliche Ausschuss über die Vorschläge einer vom Vorstand

der Gesellschaft niedergesetzten Commission, betreffend eine neue, dem jetzigen Stande der Wissenschaft besser angepasste Einteilung der Capitel in den „Fortschritten der Physik“.

Hiernach berichtete Hr. **O. Lummer**

über die Interferenz des Lichtes bei mehr als zwei Millionen Wellenlängen Gangunterschied

(nach gemeinschaftlich mit Hrn. **E. Gehrcke** angestellten Untersuchungen).

Endlich gab Hr. **Rault Pictet** einen

Beitrag zur Klärung der Theorie der LINDE'schen Luftverflüssigungsmaschine.

Ueber die Interferenz des Lichtes bei mehr als zwei Millionen Wellenlängen Gangunterschied; von O. Lummer und E. Gehrcke.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 17. October 1902.)

(Vgl. oben S. 336.)

Lässt man aus einer Lichtquelle zwei cohärente Lichtanteile 1 und 2 getrennt austreten und dann vermittelst geeigneter Apparate wieder in einem Punkte zusammentreffen, so interferiren dieselben, und es ist mit einer solchen Anordnung die Gelegenheit zum Auftreten von Interferenzstreifen gegeben.

Hierbei wird man auf das Problem geführt, wie lange das Licht interferenzfähig bleibt, d. h. wie gross der Gangunterschied der Strahlen 1 und 2 sein kann, ohne dass die Cohärenz und das Auftreten von Interferenzstreifen gestört wird. Denn es ist keineswegs zu erwarten, dass sich mittelst der natürlichen Lichtquellen bei beliebig hohem Gangunterschied Interferenzen erzeugen lassen, da das Emissionscentrum der Wellen während der ganzen Zeit, in welcher das Licht den Gangunterschied der Strahlen 1 und 2 zurücklegt, notwendig seinen Schwingungszustand und seinen Ort unverändert bewahren muss, wenn ein geordnetes Phänomen entstehen soll.

Das Problem der Interferenzfähigkeit wurde unseres Wissens zuerst von Fizeau und Foucault[1]) behandelt. Diese bedienten sich einer Anordnung, welche auf die Wirkung des

---

1) H. Fizeau u. L. Foucault, Ann. de chim. et phys. (3) 26. p. 138—148. 1849.

NEWTON'schen Farbenglases hinausläuft; sie vermochten zu zeigen, dass bis zu 7400 Wellenlängen Gangunterschied Interferenzfähigkeit besteht. Später hat FIZEAU[1]) diese Grenze erweitert und mittelst Natriumlichtes am NEWTON'schen Farbenglase bis zu 50000 Wellen, an einer Glasplatte bis über 60000 Wellen Gangunterschied Interferenzstreifen beobachtet.

Obgleich das von FIZEAU verwandte D-Licht nicht homogen genug ist, um bei noch höheren Gangunterschieden wegen der Uebereinanderlagerung der von den verschiedenen, nahe benachbarten Wellen erzeugten Streifensysteme ein deutliches Phänomen zu erzeugen, so haftet dem benutzten Apparat als solchem ausserdem eine Fehlerquelle an, welche das Sichtbarwerden von Interferenzen auch im Falle absolut homogenen Lichtes verhindert. Es kommen beim NEWTON'schen Farbenglase und überhaupt bei allen Apparaten, in denen „Interferenzcurven gleicher Dicke" verwandt werden, in einem und demselben Punkte gleichzeitig auch Strahlen verschiedener Neigung zur Interferenz, und diese, bei hohem Gangunterschied mehr und mehr merklichen, störenden Strahlen setzen der Interferenzfähigkeit, auch bei Verwendung einer noch so kleinen Eintrittspupille des beobachtenden Apparates (Fernrohr oder Auge), eine vorzeitige, scheinbare Grenze.

Will man also der Frage näher kommen, so muss man solche Interferenzen anwenden, welche von dem genannten Uebelstande frei sind. Dies sind allein die „Interferenzcurven gleicher Neigung", welche an planparallelen Platten auftreten und so lange Interferenzstreifen liefern müssen, als die benutzte Lichtquelle genügend homogen ist und die Interferenzfähigkeit ihres Lichtes erhalten bleibt, worauf zuerst der eine von uns hingewiesen hat.[2]) Mittelst dieser Planparallelitätsringe konnte thatsächlich MICHELSON[3]) an seinem „Interferometer" die vordem erreichte Grenze bedeutend hinausrücken und von der roten Cadmiumlinie bis zu 300000, von der grünen Queck-

---

1) H. FIZEAU, Ann. de chim. et phys. (3) 66. p. 429—482. 1862.

2) Vgl. O. LUMMER, Inaug.-Dissert. Berlin 1884; Wied. Ann. 23. p. 49—84. 1884.

3) A. A. MICHELSON, Journ. de Phys. (3) 3. p. 5—22. 1894.

silberlinie bis zu 540000 Wellenlängen Gangunterschied Interferenzen erhalten. Bald darauf gelang es PEROT und FABRY[1]), an ihrer „versilberten“ Luftplatte mit der grünen Quecksilberlinie bis zu 790000 Wellenlängen Gangunterschied vorzudringen. Sie verdankten dieses Resultat wohl dem Umstande, dass sie statt der von MICHELSON benutzten GEISSLER'schen Röhren den lichtstarken ARONS'schen Quecksilberlichtbogen anwandten. Es ist uns gelungen, vermittelst dieses Lichtes auch beim Interferometer noch Interferenzen bei dem obigen, bisher höchsten Gangunterschied zu beobachten.

Aber die Planparallelitätsringe haben, wenn auch nicht theoretisch, so doch praktisch ebenfalls eine obere Grenze der Sichtbarkeit. Bei hohen Wegdifferenzen werden die Streifen schliesslich so eng, dass man, abgesehen von anderen Schwierigkeiten, mit bedeutenden Fernrohrvergrösserungen arbeiten muss, welche die Lichtstärke sehr herabsetzen. Vor allem aber ist bisher keine Lichtquelle bekannt, welche homogen genug wäre, um bei weiterer Steigerung des Gangunterschiedes durch Vergrösserung der Dicke der planparallelen Platte noch Interferenzstreifen sichtbar werden zu lassen. Denn, wie wir gezeigt haben[2]), bestehen die Quecksilberlinien aus einer grossen Anzahl von discreten, sehr nahe benachbarten Wellen, deren Inhomogenität sich bei genügend hohem Gangunterschied schliesslich doch störend bemerkbar machen muss.

Wir beschreiben im Folgenden eine Methode, auf Grund welcher man die Interferenzfähigkeit bis zu sehr hohen Gangunterschieden untersuchen kann, ohne die Dicke der planparallelen Platte entsprechend weiter steigern zu müssen. Diese Methode beruht auf dem Princip, aus der Mitwirkung der im Innern einer planparallelen Platte vielfach reflectirten Strahlen auf die Interferenzfähigkeit zu schliessen. Bekanntlich nehmen die Interferenzstreifen eine abnorme Schärfe

---

1) A. PEROT u. CH. FABRY, Ann. de chim. et phys. (7) 12. p. 459 bis 501. 1897.

2) O. LUMMER u. E. GEHRCKE, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin p. 11—17. 1902. Vgl. auch O. LUMMER, Verhandl. d. Deutschen Physik. Gesellsch. 3. p. 85—98. 1901.

an, wenn viele dieser im Innern reflectirten Büschel zur Erscheinung beitragen. Wir haben bei anderer Gelegenheit (l. c.) für die Intensitätsverteilung $J_{1 \text{ bis } p}$ von p Strahlenbüscheln, welche aus der Hinterfläche einer planparallelen Platte austreten, die Formel aufgestellt:

$$J_{1 \text{ bis } p} = (1 - \sigma^2)^2 \cdot \frac{(1 - \sigma^{2p})^2 + 4\,\sigma^{2p} \cdot \sin^2 p \frac{\beta}{2}}{(1 - \sigma^2)^2 + 4\,\sigma^2 \cdot \sin^2 \frac{\beta}{2}},$$

welche für $p = \infty$ in die einfachere Airy'sche Verteilung übergeht:

$$J_{1 \text{ bis } \infty} = \frac{(1 - \sigma^2)^2}{(1 - \sigma^2)^2 + 4\,\sigma^2 \sin^2 \frac{\beta}{2}}.$$

Hier bedeutet σ^2 den Reflexionscoefficienten, β die Phasendifferenz. Zwei Einflüsse bringen die Schärfe und Schmalheit der Interferenzmaxima hervor: Einmal muss σ^2 möglichst nahe gleich 1, dann muss p, die Anzahl der mitwirkenden Büschel, recht gross sein. Wir geben im Folgenden σ^2 den Wert 0,88, wie er etwa dem Reflexionscoefficienten für durchsichtig versilberte Plattenoberflächen entspricht. In den Figg. 1—4 ist dann für diesen Wert von σ^2 der Einfluss der vielfach reflectirten Strahlen verdeutlicht. Es bedeutet die schwach ausgezogene Curve die von einer homogenen Welle λ_1, die punktirte Curve die von einer mit dieser in „Dissonanz" befindlichen Welle λ_2 erzeugte Intensitätsverteilung. Der Einfachheit wegen ist die Amplitude beider Wellen als gleich gross angenommen worden. Man beobachtet also die durch Summation beider entstehende Intensitätsverteilung, welche durch die dick gezogene Curve dargestellt ist. Man erkennt, dass mit zunehmender Anzahl p der mitwirkenden Strahlen nicht nur die Ordinaten höher werden, also die Intensität wächst, sondern dass auch die Steilheit des Abfalles grösser wird und die Maxima an Schmalheit, die Streifen an Schärfe gewinnen. (Es kommt hierbei wesentlich nur auf die Hauptmaxima an; die kleineren Maxima „zweiten Grades" sind wegen der zu geringen In-

tensität nur von untergeordneter Bedeutung.) Ferner sieht man, dass bei zwei Büscheln ($p = 2$) die aus λ_1 und λ_2 resultirende Gesamtintensität überall die gleiche ist; es tritt hier also ein Verschwinden der Interferenzen ein. Bei 3, 4, 5 etc. Büscheln ($p = 3$, 4, 5 etc.) dagegen haben wir eine Verdoppelung des Ringsystems, wobei auch hier die Schärfe der Ringe mit wachsendem p zunimmt. — Man kann sich so davon überzeugen, dass im allgemeinen Falle bei Mitwirkung von m Wellen, bestenfalls m nebeneinander getrennt wahrnehmbare Ringsysteme entstehen können, und dass bei Beobachtung von m getrennten Interferenzsystemen die Anzahl p der mitwirkenden vielfach reflectirten Strahlen jedenfalls nicht kleiner sein kann als $m + 1$. Diese Betrachtungen bleiben auch bestehen, wenn die Amplituden der Wellen nicht, wie vordem angenommen, einander gleich sind, und im speciellen ist es z. B. niemals möglich, ein **Doppelsystem** von Interferenzringen wahrzunehmen, wenn die Anzahl p der vielfachen Büschel kleiner ist als 3. Sobald z. B. bei Benutzung der aus sehr vielen Wellen bestehenden hellgrünen Hg-Linie eine „Auflösung“ in zwei Ringsysteme zu sehen ist, weiss man, dass mindestens drei Büschel ($p = 3$) zur Erscheinung beitragen.

Somit haben wir zunächst die Möglichkeit, aus der Anzahl der Streifensysteme, welche das von einer Hg-Linie und ihren Trabanten erzeugte Interferenzbild zeigt, auf die Mindestanzahl p der mitwirkenden, vielfach reflectirten Strahlen und so auf die Interferenzfähigkeit zu schliessen. Denn lassen wir das Licht etwa wie in Fig. 5 nahezu senkrecht auf die planparallele Platte $ABCD$ auffallen, so ist der Gangunterschied des ersten, direct hindurchtretenden Strahles 1 gegen den Strahl 2, welcher zwei Reflexionen erlitten hat, gleich $2\,d\,n$, wo d die Dicke und n den Brechungsexponenten der planparallelen Platte bedeutet; der dritte Strahl 3 hat den Gangunterschied $4\,d\,n$, allgemein der p^{te} den Gangunterschied $2\,d\,n\,.(p - 1)$ gegen den ersten Strahl. Ist also nach dem Vorigen durch die Anzahl m der auftretenden Interferenzmaxima die Mitwirkung von $p = m + 1$ Strahlen sicher festgestellt, so folgt daraus, dass noch bei einem Gangunterschied

von $2dn.m$ oder nach $2dnm/\lambda$ ausgesandten Wellenlängen das Licht interferenzfähig ist.[1])

Wir haben zunächst die Interferenzringe untersucht, welche an einer zwischen zwei keilförmigen, durchsichtig versilberten Glasstücken gebildeten Luftplatte entstehen. Bei einer Dicke der Luftplatte von 16 cm bildete die grüne Quecksilberlinie ein doppeltes Ringsystem. Hieraus würde also folgen, dass

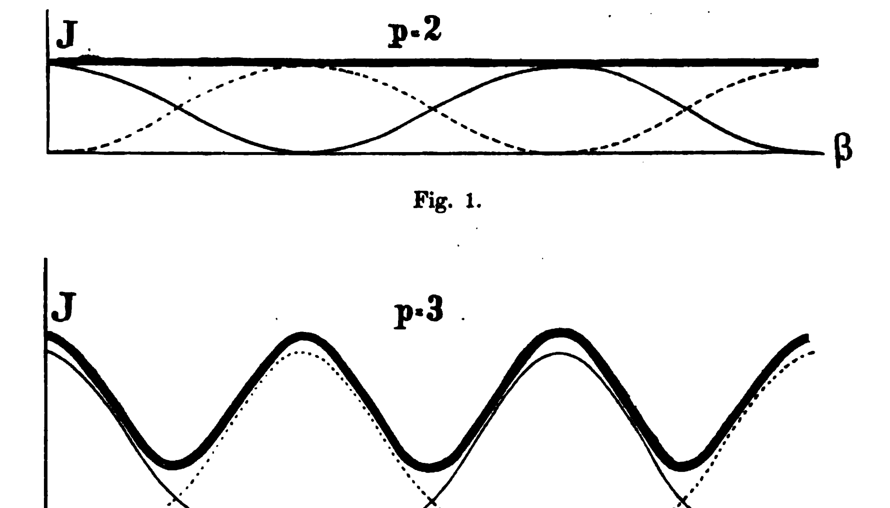


Fig. 1.

Fig. 2.

wenigstens drei Strahlenbüschel an dem Phänomen mitgewirkt haben; da der Gangunterschied zwischen dem ersten und dritten Strahl $2.16.2 = 64$ cm beträgt, so ist also damit festgestellt, dass die Interferenzfähigkeit wenigstens bis zu dieser Strecke, d. h. bis zu 1 200 000 Wellenlängen oder ebensoviel ausgesandten Schwingungen erhalten bleibt.

Die Schärfe und Zeichnung der bei 16 cm Luftschicht beobachteten Interferenzen lässt vermuten, dass mehr als drei

1) Vgl. O. Lummer, Physik. Zeitschr. 3. p. 172—175. 1901.

Büschel mitwirken, also die Interferenzfähigkeit auf noch grössere Gangunterschiede hin erhalten bleibt. Denn wie aus

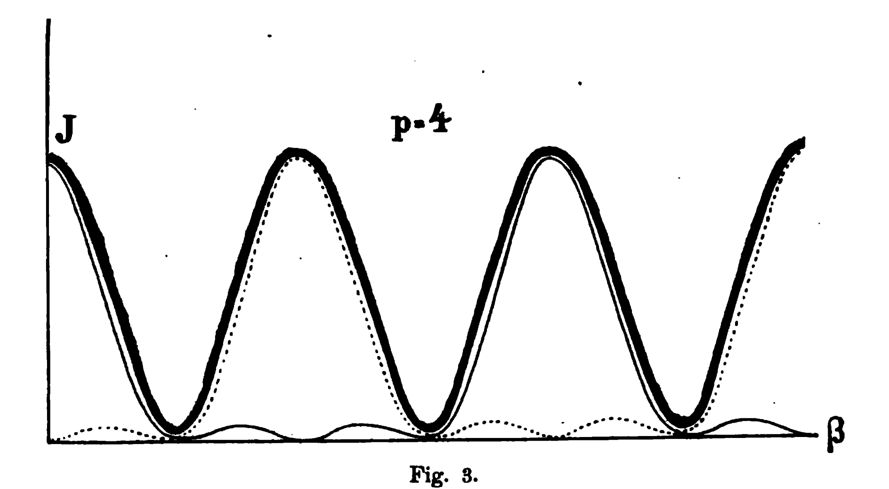


Fig. 3.

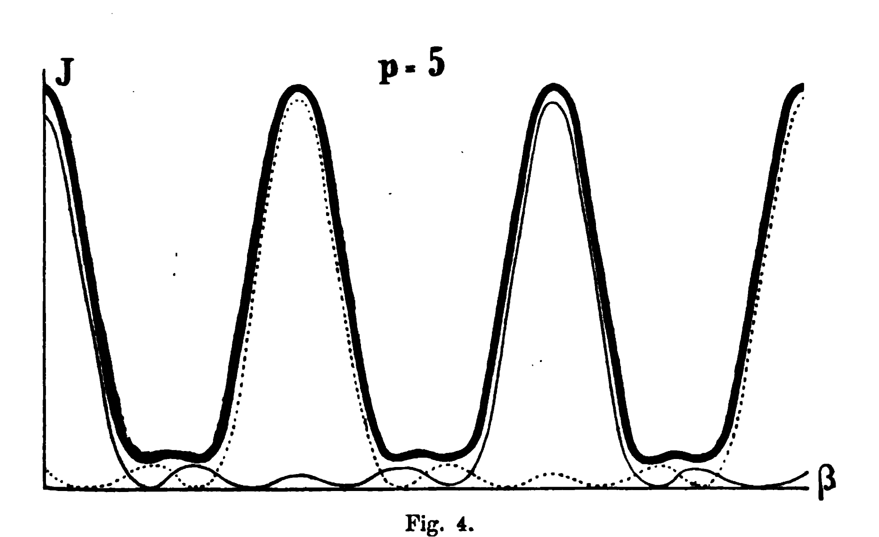


Fig. 4.

Fig. 2 hervorgeht, ist für $p = 3$ die resultirende Intensitätsverteilung eine mehr oder weniger sinusartige, und baut sich ausserdem auf einer allgemeinen Helligkeit auf; erst wenn

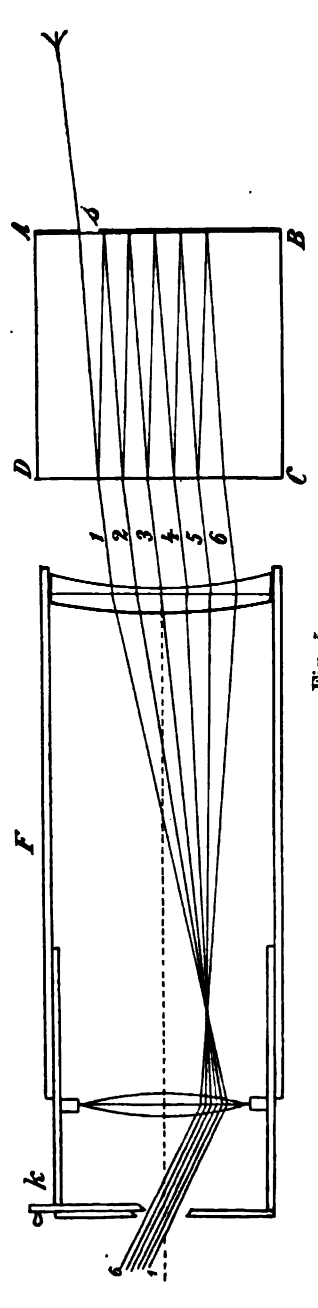


Fig. 5.

$p > 3$, kommen vollkommenere Minima und schärfere Ringe zu stande. Doch ist es nicht leicht, aus der Schärfe des Phänomens mit einiger Sicherheit auf die Anzahl der mitwirkenden Strahlen zu schliessen.

Wir haben daher einen anderen, directeren Weg eingeschlagen, um diese Frage zu entscheiden. Angenommen, die Interferenzfähigkeit bliebe bis zum p^{ten} Büschel erhalten, vom $p + 1^{\text{ten}}$ ab dagegen nicht mehr, so muss sich folgendes beobachten lassen: Blendet man die Büschel $p + 1$, $p + 2, \ldots \infty$ künstlich ab, so muss das Phänomen zwar lichtschwächer werden, aber die Schärfe darf keine Einbusse erleiden. Blendet man dagegen auch noch die Büschel $p, p - 1, \ldots$ successive ab, so muss das Phänomen nicht nur lichtschwächer, sondern auch unschärfer und verwaschener werden. Auf diese Weise hat man ein zweites Kriterium, welches die Interferenzfähigkeit bei hohem Gangunterschied zu prüfen gestattet.

Wir haben diese Methode vorerst nur bei einer planparallelen Glasplatte angewandt und folgende Versuchsanordnung gewählt (Fig. 5):

Die 6 cm dicke, planparallele Glasplatte [1]) ist auf der einen

1) Geliefert von Hrn. H. Haecke in Berlin.

Seite *AB* undurchsichtig versilbert und trägt einen schmalen Spalt *s* in der Silberschicht, durch welchen grünes Quecksilberlicht, nahezu senkrecht, eintritt. Die andere Seite *CD* der Platte hat eine durchsichtige Silberschicht von passend gewählter Dicke. So gelangt nur ein sehr kleiner Bruchteil längs des Strahles 1 zum Austritt, bei weitem der grösste Anteil wird reflectirt und spaltet dann fernerhin die schwachen Anteile 2, 3 ... parallel zu 1 ab. Alle diese Strahlen 1, 2, 3 ... werden von einem auf ∞ gestellten Fernrohr *F* in der Brennebene vereinigt.

Hält man vor das Ocular des Fernrohrs eine Lupe, durch welche man den Ocularkreis betrachtet, so erblickt man die einzelnen, von den Strahlen 1, 2, 3 ... gebildeten Spiegelbilder des in die Silberschicht *AB* eingeritzten Spaltes getrennt nebeneinander liegend; ein in das Ocular dicht hinter den Ocularkreis eingesetzter Schieber *k* erlaubt, beliebig viele derselben abzublenden. Wir beobachteten so (nach Fortnahme der Lupe) ein Streifensystem, welches durch eine scharfe, schwarze Doppellinie und eine zweite, ebenfalls scharfe, aber nicht so dunkle Doppellinie auf hellem, etwas schattirtem Grunde charakterisirt ist. Aus dem Auftreten von vier Ringsystemen ($m = 4$) folgt zunächst als untere Grenze die Mitwirkung von $p = 5$ Büscheln; aus der gestochenen Schärfe der Minima aber darf man schliessen, dass mehr als 5 Büschel mitwirken. In Uebereinstimmung hiermit steht die Beobachtung, dass die Abblendung der Büschel 6 bis ∞ die Schärfe des Phänomens verschwinden liess. Ausserdem zeigte sich bei genauerer Untersuchung, dass bereits das Abblenden des neunten Spiegelbildes und aller folgenden, den Strahlen 10, 11, ... zugehörigen Spiegelbilder das Interferenzphänomen deutlich unschärfer macht.

Hieraus ist also zu folgern, dass das Licht sicher bis zum neunten vielfach reflectirten Strahl seine Interferenzfähigkeit beibehält. Dem entspricht ein Gangunterschied von $2 . 6 . 1{,}5 . 8 = 144$ cm oder 2600000 Wellenlängen. Mit dickeren Platten wird man diese untere Grenze jedenfalls noch bedeutend erweitern können.

Sicher wird man schon jetzt schliessen dürfen, dass unter den unendlich vielen emittirenden Dampfteilchen des Hg-Lichtbogens die weitaus grösste Anzahl während einer längeren Zeit interferenzfähiges Licht aussendet, als die Zeit beträgt, in welcher $2^1/_2$ Millionen Wellen entsandt werden ($< 10^{-8}$ Sec.), da ja bei diesem Gangunterschied die Gesamtheit aller Teilchen noch ein wohlgeordnetes Interferenzphänomen erzeugt.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 15.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 31. October 1902.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Der Vorsitzende teilt mit, dass der Vorstand anrege, das Stiftungsfest der Gesellschaft im Januar nächsten Jahres eventuell mit Demonstrationen (auch älteren) physikalischer Erscheinungen zu feiern; er bittet um diesbezügliche Vorschläge, damit in einer späteren Sitzung definitive Beschlüsse gefasst werden können.

Hr. **F. Kurlbaum** demonstrirt dann das von ihm und Hrn. L. HOLBORN construirte, sowie das WANNER'sche optische Pyrometer.

Hr. **M. Thiesen** spricht schliesslich
Zur Theorie der Diffusion.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Dr. W. SCHULER, Berlin NW., Calvinstrasse 22.
(Vorgeschlagen durch Hrn. W. STARK.)

Hr. E. MÜLLER, Berlin S., Rossstrasse 7.
(Vorgeschlagen durch Hrn. F. F. MARTENS.)

Zur Theorie der Diffusion;
von M. Thiesen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 31. October 1902.)

(Vgl. oben S. 347.)

---

1. Die üblichen Diffusionstheorien beruhen für tropfbare Flüssigkeiten auf der Annahme eines constanten „Diffusionscoefficienten“, für Gase auf den Voraussetzungen der speciellen Theorien von Clausius und Maxwell. Ich will hier versuchen, die Grundlage für eine allgemeinere einheitliche Theorie zu geben. Diese führt zu dem Ergebnisse, dass die Diffusion zweier einfacher Gase von vier Constanten abhängt; doch lassen sich höchstwahrscheinlich diese Constanten auch aus Bestimmungen von Reibungscoefficienten ableiten. Für tropfbare Flüssigkeiten oder nicht vollkommene Gase sind die Verhältnisse complicirter, wahrscheinlich ist auch die Theorie auf die Reibung dieser Flüssigkeiten nicht anwendbar.

2. In einem gleichartigen aus frei beweglichen Molecülen bestehenden Medium, einer Flüssigkeit im weiteren Sinne, befinde sich zur Zeit $t = 0$ ein bestimmtes Molecül nahe dem Anfangspunkt der Coordinaten. Wir suchen die Wahrscheinlichkeit $4\pi r^2 F[r,t]\,dr$ dafür, dass dieses Molecül nach zahlreichen Richtungsänderungen zur Zeit t in die Entfernung r (genauer r bis $r + dr$) gelangt sei.

Da jede Richtung gleich berechtigt ist, so ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Molecül sich zur Zeit t in einem Volumenelemente dv befinde gleich $F[r,t]\,dv$.

Andererseits sei $f[x,t]$ die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Molecül zur Zeit t eine bestimmte x-Ordinate habe. Es ist dann

$$f[x,t] = \iint_{-\infty}^{+\infty} F[r,t]\,dy\,dz, \tag{1}$$

also vollkommen unabhängig von y und z.

Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Molecül gleichzeitig bestimmte x, y, z-Ordinaten habe, sich also im Volumenelemente $dv \doteq dx\,dy\,dz$ befinde, ist gleich

$$f[x,t]\,f[y,t]\,f[z,t]\,dx\,dy\,dz.$$

Setzen wir diesen Ausdruck dem oben für dieselbe Grösse erhaltenen Ausdruck gleich, so erhalten wir die Functionalgleichung

$$f[x,t]\,f[y,t]\,f[z,t] = F[r,t]. \tag{2}$$

Die Gleichung (2) wird durch

$$f[x,t] = A\,e^{-B x^2}, \quad F[r,t] = A^3 e^{-B r^2} \tag{3}$$

gelöst.[1]) Da $f[x,t]$ für alle Werte von x reell, positiv und endlich sein muss, so sind A und B ebenfalls positive reelle Grössen. Aus der Definition von $f[x,t]$ folgt ferner

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f[x,t]\,dx = 1 \tag{4}$$

und demnach zwischen A und B die Beziehung

$$\pi A^2 = B. \tag{5}$$

Um die Abhängigkeit dieser Grössen von t zu finden, benutzen wir eine von Hrn. Stanzel aufgestellte Beziehung.[2]) Man erhält sie, wenn man die Wahrscheinlichkeit, dass eine Ordinate in der Zeit $t + t_1$ erreicht wird, der zusammengesetzten Wahrscheinlichkeit gleichsetzt, dass zunächst in der Zeit t ein Zwischenpunkt und dann im Zeitintervall t_1 die festgesetzte Ordinate erreicht wird, vorausgesetzt, dass man alle möglichen Lagen des Zwischenpunktes zusammenfasst. Es ist also

$$f[x, t + t_1] = \int_{-\infty}^{+\infty} f[\xi, t]\,f[x - \xi, t_1]\,d\xi. \tag{6}$$

---

1) Die Functionalgleichung (2) ist von Maxwell zur Ableitung seines Gesetzes über die Verteilung der Geschwindigkeiten von Gasmolecülen benutzt worden (J. Cl. Maxwell, Phil. Mag. (4) **19.** p. 19. 1860; Scientific Papers **1.** p. 381. Cambridge 1890). Diese Ableitung wird mit Recht für ungenügend gehalten, und O. E. Meyer fiel in einen bald anerkannten Fehler, als er in einem gleichartigen Falle den Spuren Maxwell's folgte (O. E. Meyer, De gasorum theoria p. 7. Breslau 1866). Im letzteren Falle war $f(x)$ nicht unabhängig von r; Maxwell hatte diese Unabhängigkeit nicht bewiesen, wenn ihn auch das Glück des Genies zum richtigen Resultate führte. Im vorliegenden Falle kann über die Unabhängigkeit kein Zweifel bestehen.

2) K. Stanzel, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien (IIa) **110.** p. 1039. 1901.

Setzt man hierin für f seinen Wert nach (3) und führt die Integration aus, so führt die resultirende Gleichung bei Berücksichtigung von (5) auf die einzige Bedingung

$$B_{[t+t_1]} = \frac{B_{[t]} B_{[t_1]}}{B_{[t]} + B_{[t_1]}}, \tag{7}$$

aus welcher folgt, dass B proportional mit t^{-1} ist. Es ergiebt sich daher schliesslich

$$f[x, t] = \frac{b}{\sqrt{\pi t}} e^{-\frac{b^2 x^2}{t}}, \tag{8}$$

$$F[r, t] = \frac{b^3}{\sqrt{\pi^3 t^3}} e^{-\frac{b^2 r^2}{t}}. \tag{9}$$

Die Constante b ist noch vom Medium und der Natur des betrachteten Molecüles abhängig, sie möge Verbreitungsconstante genannt werden.

3. Wir betrachten jetzt eine grössere Zahl von Molecülen, die alle gleichartig, im übrigen aber beliebig aus der Zahl aller Molecüle gleicher Art in dem Medium herausgegriffen sind. Das Medium selbst kann Molecüle der verschiedensten Art enthalten, jede Art für sich soll aber gleichmässig verteilt sein; es wird sich dann die Natur des Mediums, dies als Ganzes betrachtet, nicht ändern, dagegen ändert sich im Laufe der Zeit die Verteilung der besonders betrachteten Molecüle in diesem Medium. Wir nennen Molecüldichte ihre Zahl in der Volumeneinheit und bezeichnen diese Dichte zur Zeit t und an der durch die Coordinaten x, y, z gegebenen Stelle mit $\varphi[x, y, z, t]$.

Die gemachten Voraussetzungen unterscheiden sich nicht von denen des zweiten Capitels, wir können also dessen Ergebnisse unmittelbar benutzen und erhalten zunächst die Zahl derjenigen Molecüle, die sich zur Zeit t im Raumelemente $dx\,dy\,dz$ befinden, während sie zur Zeit 0 im Raumelemente $d\xi\,d\eta\,d\zeta$ waren, gleich

$$F[r, t]\,dx\,dy\,dz\,.\,\varphi[\xi, \eta, \zeta, 0]\,d\xi\,d\eta\,d\zeta,$$

falls

$$r^2 = (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2, \tag{10}$$

gesetzt wird, und daraus, wenn wir die Summe für alle besonders betrachteten Molecüle nehmen,

$$\varphi[x, y, z, t] = \iiint_{-\infty}^{+\infty} F[r, t]\,\varphi[\xi, \eta, \zeta, 0]\,d\xi\,d\eta\,d\zeta. \tag{11}$$

Wie unmittelbar aus (9) folgt, genügt $F[r, t]$ und demnach (wegen (11)) auch $\varphi[x, y, z, t]$ der partiellen Differentialgleichung

$$(12) \qquad 4 b^2 \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}.$$

Dies trifft für endliche Werte von t auch zu, falls φ für $t=0$ keine differentiirbare Function sein sollte. Umgekehrt kann (11) als eine Form der allgemeinen Lösung dieser viel untersuchten Differentialgleichung aufgefasst werden.[1])

Hängt φ nur von einer, der x-Ordinate ab, so reduciren sich (11) und (12) auf

$$(13) \qquad \varphi[x, t] = \int_{-\infty}^{+\infty} f[x - \xi, t]\, \varphi[\xi, 0]\, d\xi;$$

$$(14) \qquad 4 b^2 \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}.$$

4. Wir suchen jetzt einen Ausdruck für die Strömungsgeschwindigkeit der Molecüle. Zu diesem Ende nehmen wir an, dass die Dichte der herausgegriffenen Molecüle zur Zeit 0 gegeben sei durch

$$\varphi[x, 0] = \begin{cases} C - D x & \text{für } x < 0 \\ 0 & \text{,, } x > 0 \end{cases}$$

und bestimmen die Zahl der Molecüle, welche zur Zeit t auf die positive Seite der yz-Ebene gelangt ist.

Für die Flächeneinheit ist diese Zahl nach (13)

$$\int_0^\infty \varphi[x, t]\, dx = \frac{b}{\sqrt{\pi t}} \int_0^\infty dx \int_{-\infty}^0 (C - D\xi)\, e^{-\frac{b^2 (x-\xi)^2}{t}}\, d\xi.$$

Multiplicirt man auf der rechten Seite die Integrationsvariabeln mit $\sqrt{t}/b$ und kehrt das Zeichen von ξ um, so erhält man dafür

$$\frac{C}{b}\sqrt{\frac{t}{\pi}} \iint_0^\infty dx\, d\xi\, e^{-(x+\xi)^2} + \frac{D t}{b^2 \sqrt{\pi}} \iint_0^\infty \xi\, dx\, d\xi\, e^{-(x+\xi)^2}$$

---

1) J. B. J. Fourier, Oeuvres 1. p. 435. Paris 1888.

und wenn man die leicht zu ermittelnden Werte der Doppelintegrale einführt,

$$\frac{C}{2b}\sqrt{\frac{t}{\pi}} + \frac{Dt}{8b^2}.$$

Hätten wir umgekehrt angenommen, dass zur Zeit 0 auf der negativen Seite der yz-Ebene die Molecüldichte 0, auf der positiven Seite $C - Dx$ gewesen wäre, so hätten wir für die Zahl der nach der negativen Seite durchgegangenen Molecüle ein ganz ähnliches Resultat, aber mit negativem D erhalten. Fassen wir nun beide Resultate zusammen, so ergiebt sich, dass in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit die Zahl von

$$u = -\frac{1}{4b^2}\frac{\partial \varphi}{\partial x} \tag{15}$$

Molecülen hindurchtritt, falls φ eine lineare Function von x ist.

Diese letztere Beschränkung kann man fallen lassen, sobald man die Betrachtung auf genügend kurze Zeiträume bezieht. Denn höhere Potenzen von x im Werte von $\varphi[x, 0]$ führen für $\varphi[x, t]$ auf höhere Potenzen von t und sind daher im Grenzfalle ohne Einfluss. Man übersieht ausserdem sofort, dass der Ausdruck (15) die x-Componente der Strömung darstellt, falls φ auch von den anderen Ordinaten abhängig ist.

Der gewonnene Begriff der Strömung erlaubt nun auch die Bedingung eines durchaus gleichartigen Mediums fallen zu lassen, falls man die Betrachtung auf genügend kleine Räume und Zeiten beschränkt, die aber doch so gross vorausgesetzt werden müssen, dass für sie die Grundlage der bisherigen Betrachtung unverändert bleibt. Es wird dann b, das ja von der Natur des Mediums abhängt, mit Ort und Zeit variiren können; für einen bestimmten Ort und eine bestimmte Zeit bleibt aber die Gleichung (15) bestehen. Aus ihr ergiebt sich unmittelbar die Zahl der Molecüle, die in der x-Richtung durch die Flächeneinheit in den zwischen x und $x + dx$ gelegenen Raum treten, gleich

$$dx \cdot \frac{\partial \cdot}{\partial x}\frac{1}{4b^2}\frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

und daher für das Volumenelement

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\partial \cdot}{\partial x}\frac{1}{4b^2}\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \cdot}{\partial y}\frac{1}{4b^2}\frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial \cdot}{\partial z}\frac{1}{4b^2}\frac{\partial \varphi}{\partial z} \tag{16}$$

an Stelle der specielleren Gleichung (12).

5. Bei der Anwendung der vorstehenden Betrachtungen muss man berücksichtigen, dass in einem homogenen Medium die Strömung der Molecüle sich jeder Beobachtung entziehen muss. Denn sobald die betrachteten Molecüle thatsächlich ein sie auszeichnendes Merkmal haben, an welchem ihre Bewegung erkannt werden kann, ist das Medium nicht mehr homogen. Immerhin giebt es Fälle, in denen man annehmen kann, dass die die Molecüle auszeichnenden Eigenschaften einen so geringen Einfluss auf die Verteilungsströmung haben, dass dieser Einfluss vernachlässigt werden kann.

Kann man annehmen, dass eine Grösse ausschliesslich durch die Strömung der Molecüle verbreitet wird, ohne dass sie durch diese Strömung geschaffen oder vernichtet wird, so wird diese Grösse im allgemeinen die Differentialgleichung (16) erfüllen müssen. b gilt dann für die Molecüle, welche als Träger der Grösse anzusehen sind und für das durch Anwesenheit der Grösse veränderte Medium. Kann man annehmen, dass die Verteilungsströmung der Molecüle durch die Grösse, deren Träger sie sind, gar nicht beeinflusst wird, so kann man die Strömung der Grösse auch in einem homogenen Medium beobachten; diese Strömung gehorcht dann der Differentialgleichung (12) und das b dieser Gleichung ist dasselbe, wie es dem homogenen Medium zukommt.

Einen Fall, in dem man die letzte specielle Annahme mit einiger Sicherheit machen kann, bietet die Reibung, das ist die Weiterverbreitung der allgemeinen Massenbewegung einer Flüssigkeitsschicht. In den einfacheren Fällen einer durch Reibung beeinflussten Bewegung nimmt man die Gleichung (12) als gültig an, falls φ eine Geschwindigkeitscomponente bedeutet; die von uns mit $4\,b^2$ bezeichnete Grösse setzt man gleich der Massendichte der Flüssigkeit δ, dividirt durch ihren Reibungscoefficienten η. Dabei ist vorausgesetzt, dass die durch die Reibung erzeugte Wärme abgeleitet wird und Temperaturunterschiede daher nicht zu berücksichtigen sind. Wir nehmen daher als gültig an

$$4\,b^2\,\eta = \delta. \tag{17}$$

Die Bedeutung der Grösse b im Falle der Reibung ist klar, falls es sich um ein Medium mit nur einer Art von

Molecülen handelt. Bei einem zusammengesetzten Medium wird man bei zwei Arten von Molecülen haben

$$\frac{1}{b^2}\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{1}{b_1^2}\frac{\partial \varphi_1}{\partial x} + \frac{1}{b_2^2}\frac{\partial \varphi_2}{\partial x},$$

falls b_1, b_2 die Verbreitungsconstanten der Molecüle erster und zweiter Art in dem Medium, φ_1, φ_2 die Dichten der die Bewegungseinheit tragenden Molecüle beider Arten sind.

Wir setzen voraus, dass sich die Zusammensetzung der Flüssigkeit durch die Reibung nicht ändert. Dann wird die Bewegungsgrösse auf die Molecüle verschiedener Art durchweg im Verhältnis ihrer Masse verteilt sein; bezeichnet man also die Teildichten mit μ_1, μ_2, so wird sein

$$\frac{\varphi_1}{\varphi} = \frac{\mu_1}{\delta}; \qquad \frac{\varphi_2}{\varphi} = \frac{\mu_2}{\delta},$$

und folglich

$$4\,\eta = \frac{\delta}{b^2} = \frac{\mu_1}{b_1^2} + \frac{\mu_2}{b_1^2}. \tag{18}$$

Eine völlige Trennung der Grössen b_1 und b_2 ist auf Grund der bisherigen Betrachtungen durch Beobachtung der Reibung nicht möglich, da sich diese Grössen noch mit der Zusammensetzung des Mediums ändern.

Eine andere Grösse, welche durch die Strömung der Molecüle verbreitet werden kann, ist die Wärme. Im Falle der Wärmeleitung wird man allerdings stets von der Differentialgleichung (16) ausgehen müssen, da dann im Medium Temperaturunterschiede vorhanden sein müssen, die mit der Bedingung der Homogenität nicht vereinbar sind. Immerhin kann man auch in diesem Falle die Grösse $1/4\,b^2$ mit der entsprechenden Grösse in der Differentialgleichung für den Temperaturausgleich identificiren, einer Grösse, die man zweckmässig nach einem Vorschlage von F. E. Neumann die Temperaturleitungsfähigkeit K nennen kann, gewöhnlich aber als Quotient aus der Wärmeleitungsfähigkeit $\varkappa$, dividirt durch das Product aus der Massendichte δ und der specifischen Wärme c darstellt. Es ist also

$$1 = 4\,b^2 K \text{ oder } \delta c = 4\,b^2 \varkappa. \tag{19}$$

Eliminirt man b^2 zwischen (17) und (19), so findet man eine Beziehung zwischen der Reibung und der Wärmeleitung. Aus speciellen Voraussetzungen der kinetischen Gastheorie hat man

für Gase teils dieselbe, teils aber auch stark abweichende Beziehungen abgeleitet. Eine Prüfung durch die Erfahrung ist nicht leicht, da Wärme auch auf anderen Wegen übergeführt wird, und die Beobachtungen an Flüssigkeiten zur Bestimmung von K nicht immer leicht zu interpretiren sind. Ausserdem wird die einfache Beziehung nur bei einfachen Flüssigkeiten gültig sein, da sich die lebendige Kraft der Wärme in anderer Weise auf verschiedenartige Molecüle verteilen wird, als es bei der Reibung für die Bewegungsgrösse der Fall ist. An dieser Stelle soll auf die Wärmeleitung nicht näher eingegangen werden.

6. Wir kommen jetzt zur Betrachtung der eigentlichen Diffusion, bei der zwei chemisch verschiedene Substanzen sich miteinander mischen. In diesem Falle ist das Medium nicht mehr homogen, also auch b nicht constant. Aber auch die allgemeinere Differentialgleichung (16) wird zur Darstellung der Diffusionserscheinungen nur in Ausnahmefällen genügen. Denn auch in den Fällen, in denen keine äusseren Kräfte eine Bewegung der Flüssigkeit verursachen, wird eine sichtbare Bewegung durch den Diffusionsvorgang selbst veranlasst werden, zumal da im allgemeinen die Mischung zweier verschiedener Flüssigkeiten mit einer Volumenänderung verbunden ist. Nennt man x' die x-Componente der Geschwindigkeit dieser Verschiebungsströmung, so ist diese zur entsprechenden durch (15) gegebenen Verteilungsströmung hinzuzufügen und man erhält für eine durch den Index (1) unterschiedene Gruppe von Molecülen, die, wie wir annehmen wollen, nur in der x-Richtung Unterschiede aufweisen, an Stelle von (16)

$$\frac{\partial\,.}{\partial x}\left\{\frac{1}{4\,b_1^2}\,\frac{\partial \varphi_1}{\partial x} - \varphi_1\,x'\right\} = \frac{\partial \varphi_1}{\partial t}\,. \tag{20}$$

Ebenso giebt eine andere Gruppe

$$\frac{\partial\,.}{\partial x}\left\{\frac{1}{4\,b_2^2}\,\frac{\partial \varphi_2}{\partial x} - \varphi_2\,x'\right\} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial t}\,. \tag{21}$$

Diese Gleichungen entsprechen der sogenannten Continuitätsbedingung, die in dem Falle gilt, dass nur sichtbare Bewegung vorhanden ist.

Es mögen nun überhaupt nur zwei Arten von Molecülen vorhanden sein und jede der beiden Gruppen möge alle

Molecüle derselben Art umfassen. Wir gewinnen dann eine dritte Gleichung, wenn wir die Dichte (oder besser die Volumenänderung der Flüssigkeit durch Mischung ihrer Bestandteile) durch φ_1 und φ_2 ausdrücken. Es seien m_1 und m_2 die Massen der Molecüle erster und zweiter Art, δ_1 und δ_2 die Massendichten der ungemischten Flüssigkeiten; dann ist $m_1 \varphi_1 / \delta_1$ das Volumen, welches die im Volumen Eins enthaltene Flüssigkeit erster Art im unvermischten Zustande einnehmen würde; also

$$(22)\qquad \zeta = \frac{m_1}{\delta_1} \varphi_1 + \frac{m_2}{\delta_2} \varphi_2$$

das Volumen vor der Mischung gemessen durch das Volumen nach der Mischung.

Die Gleichungen (20), (21), (22) würden erlauben den Diffusionsvorgang zu verfolgen, wenn die Grössen b_1, b_2, ζ in ihrer Abhängigkeit von der Zusammensetzung und für die Bedingungen, unter denen die Diffusion vor sich geht, gegeben wären.

Zur weiteren Vereinfachung des sehr complicirten Problems machen wir nun zwei Voraussetzungen, die allerdings nur annähernd zutreffen können. Wir nehmen erstens an, dass die Eigenschaften des Mediums beim Diffusionsvorgange nur von seiner Zusammensetzung abhängen, also b_1, b_2, ζ als Functionen von φ_1 allein, nicht auch daneben von x und t, sowie dass δ_1 und δ_2 als Constanten angesehen werden können. Zweitens vernachlässigen wir die durch Mischung eintretende Volumenänderung, setzen also $\zeta = 1$.

Wir erhalten dann, wenn wir die Gleichungen (20) und (21) mit m_1/δ_1 und m_2/δ_2 multiplicirt addiren,

$$\frac{\partial}{\partial x}\left\{\frac{m_1}{4 b_1^2 \delta_1}\frac{\partial \varphi_1}{\partial x} + \frac{m_2}{4 b_2^2 \delta_2}\frac{\partial \varphi_2}{\partial x} - x'\right\} = 0$$

und daraus, unter Vernachlässigung der Integrationsconstante

$$(23)\qquad \begin{cases} x' = \dfrac{m_1}{4 b_1^2 \delta_1}\dfrac{\partial \varphi_1}{\partial x} + \dfrac{m_2}{4 b_2^2 \delta_2}\dfrac{\partial \varphi_2}{\partial x}, \\ \quad = \dfrac{m_1}{\delta_1}\dfrac{\partial \varphi_1}{\partial x}\left(\dfrac{1}{4 b_1^2} - \dfrac{1}{4 b_2^2}\right). \end{cases}$$

Setzt man diesen Wert in (20) ein, so wird schliesslich

$$(24)\qquad \frac{\partial}{\partial x}\left\{\frac{1}{4 b_1^2} - \frac{m_1}{\delta_1}\varphi_1\left(\frac{1}{4 b_1^2} - \frac{1}{4 b_2^2}\right)\right\}\frac{\partial \varphi_1}{\partial x} = \frac{\partial \varphi_1}{\partial t}.$$

Nach der üblichen Theorie, die von BERTHOLLET[1]) und FICK[2]) herrührt, müsste die in der Klammer { } enthaltene Grösse constant sein, doch beweisen die vorliegenden Versuche, dass diese Theorie nur eine gewisse Näherung geben kann.

Trotz der immer noch grossen Complication von Formel (23) erscheint es nicht aussichtslos, durch geeignete Diffusionsversuche b_1 und b_2 als Functionen von φ_1 zu finden. Man könnte dann aus (18) auch die Reibungscoefficienten berechnen und durch Vergleich mit ihrer directen Bestimmung eine Prüfung der Theorie auch für Flüssigkeiten im engeren Sinne gewinnen. Allerdings legt der grosse Wert des Reibungscoefficienten von Flüssigkeiten die Annahme nahe, dass die Reibung tropfbarer Flüssigkeiten zum Teil Ursachen habe, die unserer Theorie fremd, ja geradezu entgegengesetzter Art sind.

7. Die Eigenschaften der Gase lassen eine weitere Vereinfachung der Theorie zu. b^2 stellt einen Widerstand dar, denken wir uns nun ein Gas in verschiedene Systeme zerlegt, so dürfen wir annehmen, dass der Widerstand des ganzen Mediums sich aus dem Widerstand der einzelnen Systeme zusammensetzen lässt. Daraus folgt, dass für ein einfaches Gas b^2 seiner Dichte proportional zu setzen ist, und dass man allgemein für ein aus mehreren Bestandteilen zusammengesetztes Gas und für den Widerstand, den ein Molecül erster Art erleidet, wird setzen können

$$(25) \qquad 4\,b_1^2 = a_{11}\,\varphi_1 + a_{12}\,\varphi_2 + \cdots,$$

wo jetzt die a von den φ unabhängige Grössen sind.

Wenden wir dies zunächst auf den Reibungscoefficienten eines einfachen Gases an, so erhalten wir aus (17)

$$(26) \qquad \eta_1 = \frac{\delta_1}{a_{11}\,\varphi_1} = \frac{m_1}{a_{11}},$$

also den berühmten MAXWELL'schen Satz, dass der Reibungscoefficient eines Gases von dessen Dichte unabhängig ist.

---

1) CL. BERTHOLLET, Essai de statique chimique 1. Cap. 4. Paris 1803. (Original nicht eingesehen.)

2) A. FICK, Pogg. Ann. 94. p. 59. 1855.

Für ein aus zwei Bestandteilen zusammengesetztes Gas erhalten wir aus (18)

$$\eta = \frac{\delta_1}{a_{11}\,\varphi_1 + a_{12}\,\varphi_2} + \frac{\delta_2}{a_{21}\,\varphi_1 + a_{22}\,\varphi_2}$$

oder

$$\eta = \frac{\eta_1}{1 + \frac{a_{12}}{a_{11}}\,\frac{\varphi_2}{\varphi_1}} + \frac{\eta_2}{1 + \frac{a_{21}}{a_{22}}\,\frac{\varphi_1}{\varphi_2}}, \tag{27}$$

falls η_1 und η_2 die Reibungscoefficienten der reinen Bestandteile sind. Man kann durch Anwendung dieser Formel auf Beobachtungen der Reibung gemischter Gase die einzelnen a voneinander trennen. So erhielt ich aus einer von Maxwell [1]) angeführten und nach einer complicirten Formel berechneten Beobachtungsreihe Graham's bei guter Darstellung der Beobachtungen, falls der Index 1 auf Kohlensäure, der Index 2 auf Wasserstoff bezogen wird,

$$\frac{m_1}{m_2}\,\frac{a_{22}}{a_{11}} = 1{,}73, \quad \frac{a_{12}}{a_{11}} = 0{,}3, \quad \frac{a_{21}}{a_{22}} = 1{,}6.$$

Vorausgesetzt ist dabei, dass eine merkliche Entmischung bei den Versuchen nicht eingetreten ist; ferner gelten die Zahlen nur für die Versuchstemperatur.

Die Formel für die Diffusion zweier einfacher Gase ergiebt sich aus (24), wenn für die Verbreitungsconstanten ihre Werte nach (25) gesetzt werden. Wir wollen aber das Resultat in einer mehr symmetrischen Form darstellen und dabei berücksichtigen, dass die Grössen m_1/δ_1 für alle Gase denselben Wert haben. Wir setzen

$$\varphi_1 = \sigma + s, \qquad \varphi_2 = \sigma - s; \tag{28}$$

$$\left\{\begin{aligned} A_1 &= a_{11} + a_{12}, \quad & B_1 &= a_{11} - a_{12};\\ A_2 &= a_{21} + a_{22}, \quad & B_2 &= a_{21} - a_{22}; \end{aligned}\right. \tag{29}$$

und erhalten, da σ constant bleibt, statt (24)

$$\frac{\partial\,.}{\partial x}\,D\,\frac{\partial s}{\partial x} = \frac{\partial s}{\partial t}; \tag{30}$$

$$2\,D = \frac{1}{A_1\,\sigma + B_1\,s}\left(1 - \frac{s}{\sigma}\right) + \frac{1}{A_2\,\sigma + B_2\,s}\left(1 + \frac{s}{\sigma}\right). \tag{31}$$

---

1) J. Cl. Maxwell, Phil. Trans. 157. p. 85. 1866; Scientific Papers 2. p. 79. 1890.

Die Diffusion hängt also von vier Constanten ab, die aber aus Reibungscoefficienten abgeleitet werden können.[1] Da die a von Null verschiedene positive Grössen sind, so kann D nur constant werden, wenn

$$a_{11} = a_{12} = a_{21} = a_{22}$$

wird; nur in diesem Falle existirt eine „Diffusionsconstante".

Die partielle Differentialgleichung (30) wird sich im allgemeinen nur näherungsweise integriren lassen. Ein particuläres Integral, das von Boltzmann herrührt, von Hansmanninger angegeben wurde[2] und sogar nichts über die Form der Abhängigkeit zwischen D und s voraussetzt, ist keine Lösung in unserem Sinne. Denn Boltzmann nimmt nicht an, dass D als Function von s, sondern dass es als eine gewisse Function von x und t gegeben sei; bei dieser Auffassung wird die Differentialgleichung linear und verhältnismässig leicht zu behandeln, ihre Lösung bleibt aber ohne unmittelbaren Nutzen.

Die weitere Behandlung der Diffusionsgleichungen, die Anwendung auf vorliegende Versuche über Gase und Flüssigkeiten und namentlich die Erklärung dafür, dass viele dieser Versuche auf einen nahe constanten Diffusionscoefficienten zu führen scheinen, behalte ich mir für eine spätere Mitteilung vor.

8. Zum Schlusse sei es mir noch gestattet einen Wunsch auszusprechen, der dahin geht, dass recht bald gute, wenn auch nur relative Bestimmungen der Reibungscoefficienten von Gasgemischen gemacht würden. Es sollten zunächst mindestens drei Gase in reinem Zustande und in ihren binären Mischungen, letztere in mindestens drei verschiedenen Verhältnissen, wenn möglich bei zwei verschiedenen Temperaturen untersucht werden. Man würde dadurch eine Anzahl der a bestimmen, deren Berechnung aus Diffusionsversuchen viel mühsamer und ungenauer ist, und man würde neben einer beiläufigen Prüfung der hier gegebenen Theorie einen Anhalt für die Untersuchung haben, ob und welche Beziehungen zwischen diesen a bestehen.

---

1) Ueber den Wert der Beziehungen, welche aus den specielleren Theorien zwischen Diffusions- und Reibungsconstanten abgeleitet wurden, vgl. L. Boltzmann, Vorlesungen über Gastheorie 1. p. 203. Leipzig 1896.

2) V. Hansmanninger, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien (II) 86. p. 1073. 1882.

Man kann schon jetzt behaupten, dass dies nicht die Beziehungen sein werden, welche die besonderen Voraussetzungen der CLAUSIUS'schen und MAXWELL'schen Theorien fordern. Man begeht häufig den Fehler, solche Nebenannahmen mit den Grundprincipien einer Theorie zusammenzuwerfen, die Bestätigung von Gesetzen, die schon aus den Grundprincipien folgen, als Beweis für die Nebenannahmen anzusehen und umgekehrt Misserfolge der Theorie, die den Nebenannahmen zur Last fallen, gegen ihre Grundprincipien zu verwerten. Ich erblicke daher auch in den Annahmen, dass sich die Molecüle wie elastische Kugeln verhalten oder sich nach dem Gesetz der reciproken fünften Potenzen abstossen, einen unnütz gewordenen Ballast der kinetischen Gastheorie, dessen Beibehaltung jetzt deren Fortschritt nur aufhält. Aber andererseits darf man sich nicht auf eine allgemein gehaltene Theorie beschränken, sondern wird versuchen müssen, an der Hand der Erfahrung neue Beziehungen zu suchen.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 16.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 14. November 1902.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Zum vierten stellvertretenden Vorsitzenden der Gesellschaft wird Hr. H. Rubens gewählt.

Es spricht dann Hr. **F. Poske**

Zum Gedächtnis Otto von Guericke's.

Ferner demonstrirt Hr. **E. Warburg**

den leuchtenden elektrischen Wind.

Endlich demonstrirt Hr. **H. Starke**

Lippmann'sche Spectralphotographien (hergestellt von Hrn. Usagin, Moskau) sowie eine Interferenzerscheinung an denselben.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. Dr. ing. H. Reissner, Berlin W., Rankestrasse 22.

(Vorgeschlagen durch Hrn. M. Planck.)

Hr. Schulamtscandidat Theel, Gross-Lichterfelde bei Berlin, Ringstrasse 58.

(Vorgeschlagen durch Hrn. v. Czudnochowski.)

Zum Gedächtnis
Otto von Guericke's.

Von F. Poske.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 14. November 1902 anlässlich des 300. Geburtstages Otto von Guericke's.)

Das Leben Otto von Guericke's umfasst die Jahre von 1602—1686, er gehört also ganz dem Jahrhundert an, in dem die Fundamente der neueren Experimentalwissenschaft gelegt werden. In diesem Jahrhundert aber nimmt er eine ganz eigenartige Stellung ein. Auf der einen Seite wissenschaftliche Akademieen wie die Accademia del Cimento, gelehrte Gesellschaften wie die Royal Society mit ihren reichen Hülfsmitteln, eine Centralisation der wissenschaftlichen Arbeit insbesondere auch in Frankreich — und auf der anderen Seite der eine Mann, ohne Beistand, ohne Laboratorium, ohne den fördernden Anschluss an eine Gemeinschaft, ganz allein vorwärts dringend auf dem Wege, den sein Forschungstrieb ihm weist; und dieser Mann nicht in behaglicher Musse seinen Studien lebend, sondern ein vielbeschäftigter Ingenieur und Ratsbauherr, ein mit den schwierigsten Aufgaben betrauter Staatsmann und Diplomat, dem nur selten freie Zeit für seine Forschungen gegönnt ist, der aber selbst zwischen den Trümmern seiner Vaterstadt seine Liebe zur Wissenschaft bethätigt — in der That eine Persönlichkeit von ganz besonderem Gepräge.

Guericke ist ein Anhänger des kopernikanischen Systems, und ganz überwältigt von der unermesslichen Ausdehnung des Weltalls. Er sagt selbst in seinem Werke (Lib. II, Cap. 1): „Die gewaltige Grösse der Himmelskörper und ihre dem menschlichen Verstande ganz unfassbaren Entfernungen machten mich staunen, besonders aber versetzte mich jener ungeheure leere Raum, der sich zwischen ihnen ausdehnt, in Bestürzung und erweckte in mir die beständige Begier des Forschens".

Er setzte sich's nun zur Aufgabe, hier auf der Erde einen solchen leeren, von aller Materie freien Raum herzustellen und dessen Eigenschaften zu untersuchen. Aus diesem Bestreben sind die Bemühungen, die ihn zur Erfindung der Luftpumpe führten, hervorgegangen.

Es ist bekannt, mit wie einfachen Mitteln GUERICKE anfänglich seinen Plan zu verwirklichen dachte; wie ein Fass, dass er leerpumpen wollte, sich als unzureichend erwies, wie ein kupfernes Gefäss bei dem gleichen Versuch zersprang u. s. f. Die genaue Darstellung seiner sämtlichen Versuche hat GUERICKE in dem erst 1672 erschienenen Werke Experimenta nova Magdeburgica de Vacuo Spatio gegeben. Doch hat schon 1657 der Würzburger Jesuit CASPAR SCHOTT in seiner Mechanica hydraulico-pneumatica einen Teil der Versuche bekannt gemacht und weitere Mitteilungen und Briefe GUERICKE's finden sich in der Technica curiosa desselben Verfassers von 1664 veröffentlicht. Dadurch sind wir in der Lage, einiges über die Reihenfolge der Entdeckungen festzustellen, während in dem Werke selbst diese Reihenfolge durch die mehr systematische Anordnung grösstenteils verdeckt ist. Es handelt sich von Anfang an um ein ganzes Bündel von Problemen, das mit dem Problem des Vacuums verknüpft ist, und von denen ich nur die des Luftdruckes und der Spannkraft der Luft zunächst namhaft machen will.

Schon bei den ersten Versuchen überzeugt sich GUERICKE von der sozusagen handgreiflichen Existenz des Luftdruckes. Er ist nicht, wie GALILEI, durch das Vorurteil, dass Luft in Luft nicht schwer sei und also nicht drücke, an der richtigen Auffassung des Sachverhaltes gehindert. Er lässt sich auch durch die Schulmeinung von einer fuga vacui nicht beeinflussen und bringt späterhin die schlagendsten experimentellen Gründe gegen die fuga vacui bei. [Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, dass der sogenannte horror vacui keineswegs ein altüberlieferter Begriff ist, sondern erst im galileischen Zeitalter eine gewisse Rolle spielt.] An die drastische demonstratio ad oculos auf dem Reichstage zu Regensburg brauche ich hier nicht erst zu erinnern. Was aber dieser sinnenfällige Nachweis des Luftdruckes zu bedeuten hat, wird offenbar, wenn man in Betracht zieht, dass TORRICELLI's Versuch von 1643

an sich in den Augen der Zeitgenossen keine Beweiskraft hatte und sie im Grunde auch für uns nicht haben kann; dass erst PASCAL durch den Bergversuch auf dem Puy de Dôme den Zusammenhang der Barometerhöhe mit dem Luftdruck erwies, und dass erst die Luftpumpe einen strengen Beweis ermöglichte, der darin besteht, dass mit der Wegnahme der Luft auch das Quecksilber aus der TORRICELLI'schen Röhre herabsinkt. —

Die Erwähnung TORRICELLI's legt die Frage nach der Zeit der Erfindung GUERICKE's nahe. Man hat versucht, sie bis in die Jahre 1632—1638 zurückzudatiren. Von anderer Seite ist dem mit gewichtigen Gründen widersprochen worden. Den einzigen directen Anhalt — abgesehen von den Regensburger Experimenten von 1654 — bietet eine Bemerkung CASPAR SCHOTT's, der in dem ersten der oben erwähnten Werke vom Jahre 1657 angiebt, GUERICKE habe die Erfindung „wenige Jahre vorher" gemacht.[1] Man wird hiernach, sofern nicht noch weiteres Material beigebracht wird, nicht berechtigt sein, die Erfindung viel früher als um 1650 anzusetzen. Die Jahreszahl 1650 selbst ist sicher falsch, da GUERICKE von März 1649 bis März 1651 von Magdeburg abwesend war. Am meisten für sich hat die Conjectur ROSENBERGER's, dass die Erfindung entweder in der Zeit von 1647 bis 1649, oder von 1651 bis 1652 gemacht sei.[2]

Sicher ist indessen, dass GUERICKE seine ersten Entdeckungen machte, ohne von TORRICELLI's Versuch Kenntnis zu haben. Diesen Versuch lernte er erst 1654 während des Reichstages zu Regensburg kennen, wo ein Dominikaner VALERIANUS MAGNUS ihn als einen von ihm selbst erfundenen producirte.[3] GUERICKE verbesserte den Versuch dadurch, dass er das Quecksilber zuvor mit Hülfe der Luftpumpe möglichst von Luft befreite. Doch hielt er auch nach dieser Verbesserung die TORRICELLI'sche Vorrichtung für wenig geeignet zu weiteren Versuchen, wie denn auch in der That Mitglieder der Accademia del Cimento damit Jahre lang ohne nennenswerte Resultate experimentirten. Man darf also nicht mutmaassen, dass der Versuch TORRICELLI's auf die ersten Entdeckungen GUERICKE's

---

1) Excogitavit is paucos ante annos machinam, l. c. p. 444.
2) Gesch. der Physik II, p. 153.
3) Exper. Magdeburgica Lib. III. Cap. 34.

einen Einfluss ausgeübt habe, oder gar dass GUERICKE erst durch jenen Versuch zur richtigen Vorstellung vom Luftdruck geführt worden sei. Der Mann, der in Regensburg den Luftdruck durch die imposanten Halbkugelversuche demonstrirte, kann nicht erst ebendort durch die Bekanntschaft mit TORRICELLI's Versuch zur richtigen Vorstellung von Luftdruck gekommen sein. Hiernach sind die Zweifel, die noch ganz vor kurzem GERLAND und TRAUMÜLLER in dieser Richtung geäussert haben[1], als unberechtigt anzusehen.

Auch die begrenzte Steighöhe des Wassers entdeckt GUERICKE unabhängig von TORRICELLI's Versuch, obwohl er erst in Regensburg 1654 darauf geführt wird. Er berichtet selbst darüber:[2] Bei Gelegenheit des Versuches, Wasser vom Fussboden des Zimmers aus in einen leer gemachten Recipienten steigen zu lassen, sei von einigen Anwesenden die Frage aufgeworfen worden, bis zu welcher Höhe man auf diese Art das Wasser heben könne. Er selbst sei bis dahin in Unkenntnis darüber gewesen, habe aber nicht erwartet, dass diese Höhe unbegrenzt sei. Er lässt daher erst aus dem ersten, dann aus dem zweiten und dritten, endlich aus dem vierten Stock des Gebäudes ein Metallrohr bis zum Erdboden hinunterführen und dort in ein Gefäss mit Wasser tauchen. Erst beim letzten Versuch bemerkt er, dass das Wasser nicht mehr in den Recipienten hineinsteigt, und giebt drei Jahre danach in einem Brief vom 4. Januar 1657 die Höhe aus der Erinnerung auf etwa 20 Ellen an. Die genauere Feststellung der Höhe auf 18—19 Ellen kann hiernach nicht vor 1657 geschehen sein, in die Zeit zwischen 1657 und 1660 fällt demgemäss auch die Errichtung eines Wasserbarometers an seinem Hause in Magdeburg, und die Beobachtung der Veränderlichkeit des Luftdruckes an diesem, deshalb von ihm Sempervivum genannten Barometer.

Inzwischen aber hatte der Jesuit CASPAR SCHOTT sich zum Herold der Entdeckungen GUERICKE's gemacht, und der Briefwechsel mit diesem, wie das durch ihn in weiteren Kreisen

1) E. GERLAND u. F. TRAUMÜLLER, Gesch. der physikalischen Experimentirkunst, p. 131.

2) Exp. Magd. Lib. III. Cap. 19, vgl. Brief an SCHOTT vom 4. Januar 1657 in Techn. cur. p. 33.

erregte Interesse scheinen dazu mitgewirkt zu haben, dass sich GUERICKE wieder intensiver den Versuchen mit der Luftpumpe zuwandte. Die hauptsächlichsten weiteren Versuche fallen in die Jahre 1661 und 1662. Insbesondere rühren aus dem Sommer 1661 folgende Versuche her[1]): An den kleineren Magdeburger Halbkugeln wird die Grösse des Luftdruckes durch angehängte Gewichte ermittelt; es werden grössere Halbkugeln von fast 1 Elle im Durchmesser hergestellt, die durch 20 Pferde nicht getrennt werden können; es wird ein grosses cylindrisches Gefäss mit einem dicht schliessenden Stempel versehen, sodass dieser nach dem Auspumpen der Luft von einer grösseren Zahl von Männern nicht herausgezogen werden kann; unter dem Namen Baroscopium wird ein Waagemanometer construirt, eine an einem Waagebalken hängende Kugel, die je nach den Aenderungen des Luftdruckes sinkt oder steigt.[2])

Einen noch grösseren Antrieb hat die Nachricht von den Experimenten ROBERT BOYLE's auf GUERICKE ausgeübt; es zeigt sich an diesem Beispiel aufs deutlichste, ein wie wirksames Förderungsmittel des Fortschrittes das gleichzeitige Arbeiten mehrerer Forscher an demselben Problem ist. BOYLE erlangte durch die erste Schrift SCHOTT's nähere Kenntnis von GUERICKE's Maschine und machte sich unter Beihülfe ROBERT HOOKE's daran, selbst eine solche zu construiren, wobei er auch einige Verbesserungen anbrachte; namentlich versah er den unbequemen Recipienten mit einer weiteren, oben verschliessbaren Oeffnung. BOYLE veröffentlichte seine Versuche mit dieser Maschine im Jahre 1660, die lateinische Uebersetzung erschien 1661. Doch erst gegen Ende 1661 wurde GUERICKE durch SCHOTT auf BOYLE's Schrift aufmerksam. Noch ehe er aber diese Schrift kennen lernte (was im April 1662 geschah)[3]), nahm er infolge der Mitteilungen SCHOTT's mehrere Verbesserungen an der Maschine vor; bald danach gab er ihr die Gestalt, die wir in den Experimenta Magdeburgica (Lib. III. Cap. 4) abgebildet finden. Dieselbe Gestalt

1) C. SCHOTT, Techn. cur. p. 36.

2) BOYLE beschreibt ein ähnliches Instrument, den heute oft als Dasymeter bezeichneten kleinen Apparat, zuerst im Jahre 1666.

3) Vgl. bei C. SCHOTT, Techn. cur., die Briefe GUERICKE's vom 15/25. April und 10. Mai 1662.

zeigt auch die jetzt dem Berliner Physikalischen Institut angehörende Originalluftpumpe GUERICKE's.

Ich möchte hier mit wenigen Worten auf die Frage nach der Echtheit dieser früher in der Kgl. Bibliothek befindlich gewesenen Luftpumpe eingehen. GERLAND hat in dem Bericht über die Londoner Ausstellung wissenschaftlicher Apparate von 1876 dargelegt, dass sich die Echtheit unserer Maschine auf eine Beurkundung aus dem Jahre 1715 stützt, worin die Maschine ausdrücklich als von GUERICKE herrührend bezeichnet ist. Demgegenüber hat neuerdings G. BERTHOLD[1]) nach einer schwedischen Quelle geltend gemacht, dass die echte Maschine sich im Besitz des schwedischen Arztes HERAEUS befunden habe. Diese Angabe stammt aus dem Jahre 1736, aus einer späteren Zeit also als jene Urkunde von 1715. Es wird darin gesagt, dass HERAEUS diese „für den Kurfürsten von Sachsen bestimmte“ Luftpumpe für sich erworben und 1676 nach Schweden mitgebracht habe. Schon diese Jahreszahl macht es unwahrscheinlich, dass es die Originalluftpumpe GUERICKE's war, die HERAEUS an sich gebracht hat, da GUERICKE sich noch bis 1681 in Magdeburg aufhielt und die Luftpumpe schwerlich vorher aus den Händen gelassen hat. Ferner aber berechtigt der Zusatz, die Luftpumpe sei für den Kurfürsten von Sachsen bestimmt gewesen, zu der Vermutung, dass es sich hier nur um eine Nachbildung des Originals gehandelt hat, wennschon wohl um eine unter GUERICKE's Leitung angefertigte. Ich sehe also in den Darlegungen von G. BERTHOLD keinen Grund, die Echtheit unserer Maschine in Zweifel zu ziehen.

Aus der Schrift BOYLE's konnte GUERICKE im übrigen wenig Neues an Versuchen entnehmen, doch verdankt er BOYLE ganz unverkennbar eine klarere Vorstellung von der Spannkraft der Luft. Auch BOYLE war nicht der Urheber dieser Vorstellung, als solcher muss vielmehr der Pariser Arzt JEAN PECQUET angesehen werden, der sie bereits 1651 in seiner Schrift „Experimenta nova anatomica“ ausführlich dargelegt

1) G. BERTHOLD, Dr. CHRISTIAN HERAEUS und die Originalluftpumpe OTTO VON GUERICKE's. Öfversigt af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandlingar 1895, Nr. 1. Stockholm. — Ein Sonderabdruck der Abhandlung befindet sich im Besitz des Physikalischen Instituts zu Berlin.

hat. In GUERICKE's Werk kann man nicht mehr erkennen, dass diese Vorstellung ihm erst so spät geläufig geworden ist, da er sie von Anfang an in seine Darstellung verwebt. GUERICKE glaubte anfangs, dass die Luft wegen ihrer Schwere aus dem Recipienten in den Stiefel hinabsinke. Seine Versuche lehren ihn zwar schon früh auch die Expansionsfähigkeit der Luft kennen[1]), aber er macht sich doch von dem Gedanken nicht los, dass daneben noch die Schwere der Luft wirksam sei. Noch in einem Brief vom Jahre 1662[2]) beschreibt er eine vermeintliche Verbesserung, die darin besteht, dass ein langes Rohr aus dem Recipienten in ein tieferes Stockwerk geführt und dort erst mit der Pumpe verbunden wird; er glaubt, dass dann der letzte Rest Luft durch seine eigene Schwere herabsinke und so eine vollständige Evacuirung herbeiführe. Als er aber BOYLE's Schrift kennen gelernt hat, überzeugt er sich rasch davon, dass ausschliesslich die Spannkraft der Luft ins Spiel kommt: Er ändert den eben beschriebenen Versuch dahin ab, dass der Recipient sich mehrere Stockwerke tiefer befindet als die Pumpe und weist nach, dass die Luft sich auch dann noch ebenso vollkommen wie vorher auspumpen lässt. Dieses Beispiel zeigt, wie leicht sich der damals 60 jährige Mann von einer vorgefassten Meinung frei machte und wie rasch er seine Vorstellungen an der Hand der Thatsachen zu corrigiren verstand.

GUERICKE nennt übrigens BOYLE an keiner Stelle seines Werkes, und es mag dabei eine gewisse Verstimmtheit mitspielen; denn BOYLE, der das Vacuum anfangs als German Vacuum bezeichnet hatte, liess es sich bald gefallen, dass man es das BOYLE'sche Vacuum nannte, und gebrauchte auch selbst diese Bezeichnung. Von einer BOYLE nahestehenden Seite erschien noch 1672 in den Phil. Transactions ein Aufsatz, der GUERICKE's Verdienst ungebührlich herabsetzte. Es darf demgegenüber mit Genugthuung constatirt werden, dass MAXWELL in dem Weltausstellungsbericht von 1876 nicht nur die Priorität, sondern auch die grössere Vollkommenheit von GUERICKE's Vacuum anerkannt hat. —

---

1) Brief vom 22. Juli 1656 in SCHOTT's Techn. cur. p. 24 ff.
2) Brief vom 28. Februar 1662 l. c.

Ich kehre nun noch einmal zu dem Hauptproblem, der Herstellung eines Vacuums, zurück. Mit der Behauptung, dass ein Vacuum möglich sei, stellte sich Guericke in Gegensatz nicht nur zur überlieferten Schulphilosophie, sondern auch zur Lehre seines grossen Zeitgenossen Descartes. Aber dieser doppelte Widerspruch steigerte nur sein Bemühen, ein Vacuum von unanfechtbarer Vollkommenheit herzustellen. Der Nachweis hierfür stiess begreiflicherweise auf Schwierigkeiten. Bei den ersten Versuchen, die Leere des Recipienten durch Hineinsteigenlassen von Wasser zu demonstriren, blieb stets ein kleiner mit Luft gefüllter Raum übrig. Noch im Jahre 1656 musste er sich damit begnügen zu erklären, dass auch ein nur annähernd vollständiges Vacuum hinreichend sei, die Möglichkeit eines ganz vollkommenen zu erweisen; denn ein sehr kleiner Teil könne nicht von derselben Grösse sein wie das Ganze; es müsse daher umsomehr leerer Raum entstehen, je mehr Luft aus dem Gefäss entfernt werde. Einen Weizensack müsse man für leer erklären, auch wenn noch ein einzelnes Korn zurückgeblieben sei.

Wenige Jahre darauf ersinnt er eine neue Vorrichtung, durch die er sein Ziel besser zu erreichen hofft.[1]) Er füllt eine ziemlich weite Glasröhre mit Wasser, setzt sie mit der engen Oeffnung an Stelle des Recipienten auf die Luftpumpe auf und pumpt so lange, bis das Wasser in der Röhre sinkt. Es ist das also eine Art von abgekürztem Wasserbarometer. Er hat die Luftblasen, die sich anfangs zeigten, durch tagelanges Offenstehenlassen der Röhre beseitigt, und erhält nun das Resultat, dass das Wasser in der Röhre — nach Abnehmen von der Pumpe — mit lautem Schlag gegen die Wände stösst. Das erste Mal zerbricht dabei die Röhre, er stellt eine zweite, stärkere her und beobachtet dieselbe Erscheinung. Doch zeigte sich jedesmal nach dem Wiedereinlassen des Wassers noch ein Luftbläschen in der Röhre, und die Gegner des Vacuums erhoben den Einwand, dass dieses Bläschen, indem es sich ausdehne, beim Auspumpen des Wassers die ganze Röhre fülle. Und von neuem fühlt sich Guericke angetrieben,

---

1) Brief an Schott vom 15/25. April 1662; Exp. Magd. Lib. III. Cap. 7.

auf weitere Verbesserung zu sinnen.[1]) Er setzt eine oben geschlossene Glasröhre von etwa $1^{1}/_{2}$ Ellen Länge luftdicht in ein weiteres Glasgefäss ein, das über die Hälfte mit Wasser gefüllt ist, füllt auch die Röhre durch Neigen ganz mit Wasser und pumpt dann das Gefäss mit der verbesserten Luftpumpe soweit als möglich leer. Er erreicht dabei, dass das Wasser in der Röhre bis auf das Niveau im weiteren Gefäss herabsinkt; er beobachtet, dass nach jedesmaligem Umkehren immer wieder Blasen aus dem Wasser aufsteigen, die er jedoch nicht als Dampfblasen erkennt, sondern für Luft hält, die sich von den gleichsam noch frischen Glaswänden entwickle. Durch tagelang immer wiederholtes Umkehren und Fortschaffen der an der Spitze sich zeigenden Luftbläschen gelingt es ihm, das Wasser so luftfrei zu machen, dass nicht bloss das Phänomen des Wasserhammers, sondern sogar das des Hängenbleibens des Wassers an der Wand der Röhre sich zeigt. Es bedarf nach dem Umkehren eines Stosses, um das Wasser zum Abreissen zu bringen. Die Beobachtung dieser Erscheinung ist lange Zeit HUYGENS zugeschrieben worden[2]), der sie im Journal des Savans von 1672 ausführlich behandelt hat. Sie gehört aber, wie wir sehen, OTTO VON GUERICKE an. Es geht daraus auch hervor, dass GUERICKE bereits die Luftverdünnung recht weit getrieben hat. BOYLE beschreibt zwar denselben Versuch mit dem abgekürzten Wasserbarometer in seiner Schrift von 1660, aber er beobachtet weder die Erscheinung des Wasserhammers noch die des Hängenbleibens. Indessen auch das auf die beschriebene Art von GUERICKE erzielte Vacuum war kein absolutes. Immer noch zeigte sich nach dem Umkehren der Röhre das fatale Luftbläschen. Nun endlich steht GUERICKE von weiteren Versuchen ab und giebt sich damit zufrieden, dass dieses Bläschen nur von Ausdünstungen des Wassers und des

---

1) Brief an SCHOTT vom 22. Juli 1662; Exp. Magd. Lib. III. Cap. 8.

2) Vgl. E. GERLAND, Wied. Ann. **19.** p. 534. 1883; E. GERLAND und F. TRAUMÜLLER, l. c. p. 197. — Den Versuch mit dem abgekürzten Wasserbarometer kann man nach dem oben Gesagten ebenfalls nicht für HUYGENS in Anspruch nehmen, wie E. GERLAND und F. TRAUMÜLLER p. 194 thun. Auch das abgekürzte Quecksilberbarometer hat bereits BOYLE (A. Continuation of new experiments etc. 1669, Exper. XVII, vgl. auch New Experiments 1660, Exp. XVII) angegeben. BOYLE zog jedoch ein Luftmanometer zur Beurteilung des Verdünnungsgrades der Luft vor.

Glases herrühren könne, und dass es daher unmöglich sei, ein noch vollkommeneres Vacuum herzustellen. Aber er giebt seine Sache nicht verloren. Wenn auch ein Vacuum an der Erdoberfläche nicht von solchen „Effluvien“ frei erhalten werden könne, so sei doch im Weltraum ein Vacuum möglich; denn wo keine Körper seien, da könnten auch keine körperlichen Effluvien mehr sein.

Nun, wir können heute diese Beweisversuche auf sich beruhen lassen. Der Gedanke aber, ein Vacuum herzustellen, ist ohne Frage einer der fruchtbarsten gewesen, die in der Physik aufgetreten sind, und hat sich bis heute in erstaunlichem Maasse als fruchtbar erwiesen. Und zugleich treffen wir bei Guericke die Grundzüge einer zielbewussten wissenschaftlichen Methodik, die sich von dem planlosen Herumexperimentiren bei vielen seiner Zeitgenossen aufs vorteilhafteste unterscheidet. —

Ueber die Bedeutung der Luftpumpe für die Physik brauche ich kein Wort zu verlieren. Dagegen ist es wohl angebracht, den Zusammenhang hervorzuheben, in dem die Luftpumpe mit der Erfindung der Dampfmaschine steht. Wir haben in der Luftpumpe die Urahnin der heutigen Dampfmaschine vor uns. Ihre Genealogie führt nachweislich und direct über Huygens, Papin, Newcomen zu der atmosphärischen Dampfmaschine von James Watt. [1])

Die ausserordentliche Kraft des Luftdruckes, die durch Guericke's Versuche offenkundig geworden war, musste den Gedanken nahe legen, sie für die menschlichen Zwecke nutzbar zu machen. Guericke selbst hat schon an diese Möglichkeit gedacht. [2]) Doch erst Huygens suchte den Gedanken zu verwirklichen. Er construirte (1674) eine Wasserhebemaschine, bei der durch Explosion von Schiesspulver ein leerer Raum hervorgebracht wurde, in den dann der Luftdruck das Wasser hineintrieb. Papin war der Assistent von Huygens bei diesen Versuchen gewesen und baute (1687) in Marburg für den Landgrafen von Hessen eine ähnliche Maschine, ging aber bald dazu über, den luftverdünnten Raum durch Condensation von Wasserdampf zu erzeugen. Dieses erste arbeitsfähige Modell

1) Man vgl. u. a. C. Matschos, Geschichte der Dampfmaschine, Berlin, Julius Springer, 1901.

2) C. Schott, Techn. cur. Lib I. Cap. 20.

einer Dampfmaschine wurde von ihm 1690 bekannt gemacht. Zwar hatte die Erfindung unter der Ungunst der äusseren Umstände zu leiden, sie wurde aber zehn Jahre später in England wieder aufgenommen; NEWCOMEN und CAWLEY, durch ROBERT HOOKE auf PAPIN's Maschine aufmerksam gemacht, verwendeten deren Princip zur Umgestaltung der SAVERY'schen Maschine, und von da trat die Erfindung den glänzenden Siegeslauf an, der über JAMES WATT bis zur heutigen Technik hinführt.

Man hat in neuester Zeit häufig auf die Wechselwirkung zwischen Technik und Forschung hingewiesen. In OTTO VON GUERICKE haben wir ein grosses historisches Vorbild dafür. Selbst Techniker, liefert er der Wissenschaft ein gewaltiges Werkzeug, erschliesst der Forschung ein ganz neues unabsehbares Gebiet — und schafft eben mit diesen Leistungen für die Technik wiederum eine wissenschaftliche Basis, auf der sich ein Gebäude von riesenhaften Dimensionen, das Gebäude der modernen Maschinentechnik, aufbaut. Ein Grund mehr zu allen anderen, OTTO VON GUERICKE's in diesen Tagen dankbar zu gedenken. —

Ich gehe nun noch auf die elektrischen Entdeckungen GUERICKE's ein, die im IV. Buch seines Werkes beschrieben sind. Sie sind leider in die DANNEMANN'sche Uebersetzung der Magdeburgischen Versuche in OSTWALD's Klassikern nicht mit aufgenommen. Die einfache Elektrisirmaschine GUERICKE's bestand in einer Schwefelkugel in Kindskopfgrösse, sie war durch Schmelzen von Schwefel in einem kugelförmigen Glasgefäss und nachheriges Abschlagen des Glases hergestellt, und wurde auf eine horizontale Axe drehbar aufgesteckt, während die trockene Hand als Reibzeug diente. Die Versuche, die GUERICKE mit dieser einfachen Vorrichtung gemacht hat, sind noch neuerdings etwas geringschätzig beurteilt worden.[1]) Ich möchte dagegen (in Uebereinstimmung mit ZERENER[2]), diesen Entdeckungen doch eine grössere Bedeutung beimessen. Nachdem GILBERT im Jahre 1600 die ersten Anziehungserscheinungen

1) E. GERLAND und F. TRAUMÜLLER, l. c. p. 129. 150.

2) OTTO VON GUERICKE's Experimenta Nova Magdeburgica Lib. IV. Cap. 15. Für die Elektricitätsausstellung in Paris 1881 neu edirt und mit einem historischen Nachworte versehen von Dr. H. ZERENER, Leipzig 1881.

dieser Art beschrieben und sie als elektrische bezeichnet hatte, nachdem CABAEUS und KIRCHER dem nichts Wesentliches hinzugefügt hatten, ist GUERICKE der erste, der folgende Thatsachen feststellt: Er beobachtet, dass leichte Körperchen von der Schwefelkugel angezogen, dann aber wieder abgestossen werden; dass die elektrisch gewordenen Körperchen von anderen Gegenständen angezogen werden, von der Schwefelkugel aber erst dann wieder, wenn sie einen anderen Körper berührt haben; dass sie von einer Flamme, sobald sie dieser bis auf Handbreite nahe gekommen sind, entladen werden und wieder zur Kugel zurückkehren; dass sie an der Kugel dauernd haften bleiben, wenn man einen Leinenfaden an sie heranbringt; dass, wenn man einen Leinenfaden über der Kugel aufhängt, das Ende dieses Fadens vor dem Finger oder anderen genäherten Gegenständen ausweicht. Er beschreibt ferner folgenden Versuch: „Man hänge an ein zugespitztes Stück Holz, das etwa an einem Tische oder einer Bank befestigt ist, einen Leinenfaden von mehr als einer Elle Länge an, sodass dessen unteres Ende von irgend einem anderen Gegenstande um Daumenbreite entfernt ist. Nähert man dann die elektrisch gemachte Schwefelkugel der Spitze des Holzstückes, so wird das untere Ende des daran hängenden Fadens von dem nahen Gegenstande angezogen.“ Hierdurch kann man, wie GUERICKE hinzufügt, ad oculos demonstriren, dass die Kraft sich in dem Leinenfaden bis zu seinem äussersten Ende hin ausbreitet.[1]) Und er ist sich der Wichtigkeit dieser Entdeckung wohl bewusst, denn er beruft sich darauf an einer anderen Stelle desselben Buches[2]), wo er gegen GILBERT und CABAEUS die Ansicht verteidigt, dass die elektrische Wirkung ganz und gar nicht auf einer materiellen Ausströmung aus den Körpern beruhe, dass sie auch nicht durch Luftströmungen vermittelt werde, sondern dass sie als eine unkörperliche Wirkung (virtus incorporea) anzusehen sei, da sie durch den Leinenfaden auf mehr als eine Elle Entfernung hin fortgepflanzt werde.

Es sind also die Grundphänomene der elektrischen Abstossung und der elektrischen Leitung, die GUERICKE ent-

---

1) Exper. Magd. p. 149.
2) Exp. Magd. Lib. IV. Cap. 8.

deckt hat, und es ist wohl zu beachten, dass trotz des Eifers, mit dem in den folgenden Jahrzehnten an vielen Orten experimentirt wurde, doch bis in die zwanziger Jahre des folgenden Jahrhunderts, also mindestens 60 Jahre lang, kein nennenswerter Fortschritt über Guericke hinaus zu verzeichnen ist. Das einzige Erwähnenswerte, Leibnizen's Beobachtung des elektrischen Funkens an der ihm von Guericke übersandten Schwefelkugel (1672), ist wohl mehr auf Rechnung zufällig günstiger Umstände zu setzen; sie wäre sonst Guericke, der das Knistern und das Leuchten der Kugel im Dunkeln beobachtete, schwerlich entgangen. —

Man hat sich gewundert, dass Guericke nicht noch weitere naheliegende Schlüsse aus seinen Versuchen gezogen habe, und den Grund dafür darin gesucht, dass Guericke bei diesen Versuchen nicht vorurteilsfrei genug verfahren sei, und dass insbesondere seine eigentümliche Vorstellung von den Weltkräften daran die Schuld trage. Ich meine, dass dieser Vorwurf nicht berechtigt ist. Das ganze Buch des Werkes, in dem jene Versuche beschrieben sind, hat allerdings die Ueberschrift De virtutibus mundanis — von den Weltkräften, oder richtiger: von den Wirkungen der Körper in der Welt. Guericke unterscheidet eine virtus impulsiva, d. i. die Kraft, die einem bewegten Körper (also auch z. B. der Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne) innewohnt; eine virtus conservativa, d. i. die Anziehung, insbesondere wiederum der Erde, eine virtus expulsiva, d. i. die Abstossung z. B. bei der elektrischen Schwefelkugel, eine virtus dirigens, d. i. die magnetische Wirkung, eine virtus vertens, d. i. die Kraft der Rotation, eine virtus sonans et resonans, d. i. der Schall, eine virtus calefaciens, d. i. die Wärme, eine virtus lucens, d. i. das Licht. Es ist fast als ob man Capitelüberschriften in einem modernen Lehrbuch der Physik läse. Diese Wirkungen werden von Guericke sämtlich als unkörperliche angesehen, aber nicht auf Grund einer vorgefassten Meinung, denn er sagt im Anfang ausdrücklich, dass es virtutes corporeae und incorporeae gäbe. Zu den ersteren zählt er die Luft, die er als eine körperliche Ausströmung (corporale effluvium) der Erde bezeichnet, und auch die Wirkung der Riechstoffe auf das Geruchsorgan

rechnet er eben dahin. Die übrigen sieht er als unkörperlich an, nicht aus Voreingenommenheit, sondern weil er sich durch seine Beobachtungen dazu genötigt findet. So ist ihm, um ein Beispiel herauszuheben, insbesondere auch der Schall etwas Unkörperliches, da er auch durch feste Körper hindurch sich ausbreitet. Die Rolle der Luft erblickt er darin, dass sie in der Nähe einer Schallquelle durch deren Bewegung ebenfalls in Bewegung versetzt wird und dann einen volleren Klang hervorbringt als die Schallquelle für sich. Den Versuch über den Schall im Vacuum[1]) deutet er daher auf eine besondere, von der heutigen abweichende Art. Er hört nach dem Evacuiren immer noch die leisen Schläge einer an einem Faden aufgehängten, durch ein Uhrwerk angeschlagenen Glocke und schliesst daraus, dass zwar der in der Luft hervorgebrachte laute Schall in Wegfall kommt, dass aber das von der Glocke selbst herrührende Geräusch, eben als eine virtus incorporea, immer noch durch das Vacuum nach aussen dringt. Die Folgerung ist irrig, und dennoch muss man auch in diesem Beispiel ein Zeugnis dafür erkennen, wie exact Guericke beobachtete, und wie genau er seine Vorstellungen mit den Beobachtungen in Einklang zu setzen wusste. —

Die Vorstellung Guericke's aber von den Weltkräften ist eine überaus grossartige. Es liegt ihm daran, die Kräfte, die im Kosmos thätig sind, zu erkennen. Ihm ist jener Universalaffect eigen, der von je die grossen Forscher beseelt hat. Er wendet den geringfügigsten Erscheinungen sein intensivstes Interesse zu, wenn er hoffen kann, dadurch Aufschluss über jene kosmischen Kräfte zu erhalten. So findet er insbesondere in der Schwefelkugel ein geeignetes Mittel, die Mehrzahl jener vorher genannten Kräfte vorzuführen und namentlich die eine von ihnen, die bisher unbekannte Abstossungskraft, näher zu untersuchen. Ohne den Gedanken an die Erdkugel wäre Guericke wohl schwerlich darauf gekommen, den Schwefel in die Form einer Kugel zu bringen, und mit dieser dann die ganze Reihe der vorhin angeführten Versuche anzustellen. Von demselben Gedanken ausgehend hatte ein halbes Jahrhundert früher William Gilbert sich

1) Exp. Magd. Lib. III. Cap. 15.

eine Eisenkugel, eine terrella hergestellt, um daran die magnetischen Erscheinungen der Erdkugel zu studiren und zu erläutern.

Man kann daher behaupten, dass jener Gedanke an die grossen kosmischen Kräfte, weit entfernt davon die Forschungen GUERICKE's zu schädigen, vielmehr die treibende Kraft gewesen ist, die ihn zu seinen Entdeckungen geführt hat. Wir erkennen hier den gleichen Geisteszug, der ihn bei der Erforschung des Vacuums und bei der Erfindung der Luftpumpe geleitet hat. Nicht als ein spielerischer Experimentator erscheint er uns, sondern als ein Mann, der fast mit Ehrfurcht, in vollem Bewusstsein der Tragweite seiner Versuche, an sie herantritt.

So ist denn auch das Werk mit seinen sieben Büchern, obwohl es nur den Titel trägt Experimenta Nova Magdeburgica de Vacuo Spatio, ein umfassendes Weltgemälde, das von Sonne, Mond und Sternen handelt, eine Art physischer Weltbeschreibung, die den Zustand des damaligen Wissens vom Universum darstellt. —

Nur eine Persönlichkeit wüsste ich aus jenem Jahrhundert auf naturwissenschaftlichem Gebiet und in Deutschland zu nennen, der sich GUERICKE durch die Bedeutung und die ins Grosse gehende Richtung seines Forschens an die Seite stellen lässt: dies ist JOHANNES KEPLER, der 1630, an Geist und Körper gebrochen, in derselben Stadt Regensburg starb, in der nachmals GUERICKE seine berühmten Versuche vorführte.

Auch KEPLER ist der Universalaffect eigen, von dem ich vorher sprach; auch seine wissenschaftliche Thätigkeit ist von einer weltumfassenden Idee beherrscht, von der Idee der Weltharmonie, von dem Gedanken gesetzmässiger Beziehungen in den Bewegungen und Entfernungen der Himmelskörper. Als einen Geistesverwandten KEPLER's haben wir OTTO von GUERICKE anzusehen und dürfen ihn zu den Grössten zählen, die der deutsche Boden hervorgebracht hat.

Ueber eine Interferenzbeobachtung an Lippmann'schen Spectralphotographien; von H. Starke.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 14. November 1902.)

(Vgl. oben S. 361.)

Das Physikalische Institut in Berlin besitzt einige schöne Exemplare farbiger Spectralphotographien, welche von Hrn. Usagin in Moskau nach der Lippmann'schen Methode hergestellt worden sind. Diese Photographien fallen durch die ausserordentliche Reinheit der Farben auf. Eine schmale Stelle einer idealen Spectrumsphotographie, d. h. einer solchen, in welcher die Zenker'schen Schichten in grosser Anzahl und regelmässig ausgebildet sind, sollte der Theorie nach ein fast homogenes Licht reflectiren; diese Lichtart muss dann im durchgegangenen Licht fehlen, sodass im Spectrum desselben gerade an der Stelle ein Absorptionsstreif liegen muss, welche der Stelle im photographirten Spectrum entspricht. Dass dem so sein muss, ergiebt sich ohne weiteres aus dem Satz, dass durch Interferenz nie Energie verloren gehen kann; es muss daher die Summe des reflectirten und durchgegangenen Lichtes dem einfallenden gleich sein, das erste die Complementärfarbe des zweiten besitzen. Dies führt mit Notwendigkeit auf die Existenz des Phasensprunges bei der Reflexion am Silber; denn ohne das Vorhandensein eines solchen müsste das durchgegangene Licht von der gleichen Gattung sein, wie das reflectirte. Dies ist aber, wie eben gesagt, unmöglich.

Die besprochene Erscheinung zeigt sich in schön ausgeprägter Weise an den Usagin'schen Photographien, sowohl des continuirlichen Spectrums als auch von Linienspectren. Wenn man dicht vor dem Spalt eines Spectralapparates die Aufnahme eines continuirlichen Spectrums vorbeibewegt, indem man zuerst rot, dann der Reihe nach die anderen Farben der Photographie bis violett vorbeipassiren lässt, so sieht man in dem Spectrum einer weissen Lichtquelle einen scharfen Absorptionsstreifen von rot nach violett sich bewegen. Um-

gekehrt erscheint bei spectraler Zerlegung des von einer Linie eines photographirten Linienspectrums reflectirten Lichtes im Spectralapparat die gleiche Linie hell in einem ganz dunklen continuirlichen Spectrum.

Die eben beschriebene Erscheinung habe ich an schönen Exemplaren von Spectralphotographien, welche Hr. Dr. NEUHAUSS hergestellt hat, nicht beobachten können. Man sieht auch auf den ersten Blick, dass dieselben nicht reine Spectralfarben zeigen. Sehr schön zeigt sich an den USAGIN'schen Photographien die Farbenverschiebung bei Vergrösserung des Einfallswinkels, unter welchem man die Photographie anschaut. Dieselbe findet, wie leicht ersichtlich ist, nach den kurzen Wellenlängen zu statt. Man kann auf diese Weise z. B. erreichen, dass eine bei senkrechtem Aufblicken noch infrarot gefärbte, d. h. nicht sichtbares Licht reflectirende Linie, bei wachsender Neigung des einfallenden Lichtes erst rot, dann gelb, grün, violett erscheint und endlich bei ganz schiefem Aufblicken wieder verblasst, weil sie nur noch ultraviolettes Licht in dieser Richtung reflectiren könnte.

Eine Folge dieser Erscheinung der Farbenverschiebung ist, dass der im durchgehenden Licht beobachtete Interferenzstreifen bei wachsender Neigung der Platte vor dem Spalt des Spectroskops sich längs des Spectrums nach kurzen Wellenlängen zu verschiebt.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. Nr. 17.

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 28. November 1902.

Vorsitzender: Hr. E. WARBURG.

Es spricht Hr. **W. Voigt**
über pleochroitische Krystalle
und demonstrirt einige dahingehörige Erscheinungen.

Ferner legt Hr. **M. Planck** vor
einige von H. HAGA und C. H. WIND angefertigte Photogramme zum Nachweis der Beugung von Röntgenstrahlen.

Ferner spricht Hr. **F. Neesen** über
Bestimmung der Geschwindigkeit und Umdrehungszahl eines Geschosses am Ende der Flugbahn.

Endlich berichtet Hr. **W. Voigt**
über eine neue Methode, die optischen Constanten von Metallen im ultravioletten Lichte zu bestimmen.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:
Hr. Dr. E. GRIMSEHL, Hamburg, Wagnerstrasse 74.
(Vorgeschlagen durch Hrn. KARL SCHEEL.)
Hr. Stabsarzt GUTTMANN, Berlin NW., Friedrichstrasse 140.
(Vorgeschlagen durch Hrn. E. WARBURG.)

Bestimmung der Geschwindigkeit und Umdrehungszahl eines Geschosses am Ende der Flugbahn; von F. Neesen.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 28. November 1902.)

(Vgl. oben S. 379.)

Die bisherigen Methoden zur Bestimmung der Endgeschwindigkeit eines Geschosses bedingen einen sehr umständlichen, teuren Apparat. Daher wurde diese Geschwindigkeit, welche für die Wirkung des Geschosses maassgebend ist, verhältnismässig wenig direct bestimmt. Man verlässt sich auf die Angaben der Schusstafel, in welcher die Geschwindigkeiten an den verschiedenen Punkten der Bahn aus der Anfangsgeschwindigkeit und den Schussweiten auf Grund verschiedener Formeln berechnet sind.

Die Bestimmung der Endgeschwindigkeit ohne die bei den früheren Bestimmungen nötigen grossen Drahtnetze, welche von dem Geschosse nacheinander zu durchschlagen sind, ermöglicht nachfolgendes Verfahren, welches zugleich gestattet auf die bis jetzt ganz offene Frage nach der Aenderung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Geschosses eine Antwort zu geben. Am Ziel werden seitlich von der mittleren Schusslinie zwei photographische Apparate aufgestellt in bekannter Entfernung voneinander und in solcher Entfernung von der mittleren Schusslinie, dass das Bild des Geschosses während eines gewissen Teiles der Flugbahn gleichzeitig in beiden Apparaten aufgenommen werden kann.

Im Geschosse selbst ist ein Leuchtsatz angebracht, welcher, durch den Zünder in Brand gesetzt, eine Flamme aus einer seitlichen Oeffnung des Geschosses herausschlagen lässt. Die Flamme ist durch Beimischung von Magnesium zum Leuchtsatz chemisch activ gemacht.

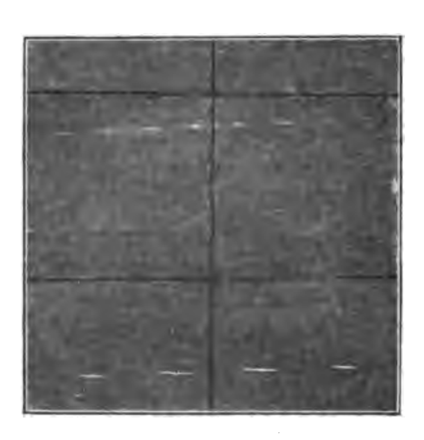
Von dem an den beiden Apparaten vorbeifliegenden Geschosse entstehen verschiedene Bilder auf den Platten der Apparate, bei jeder Umdrehung eins. Aus der Entfernung der Apparate kann man mit Gewissheit schliessen, welche Bilder auf den Platten der beiden Apparate zu gleicher Zeit gebildet sind. Die Lage zweier so gleichzeitig gebildeten, also entsprechenden Bilder bestimmt nun, wie leicht ersichtlich ist, den Ort des Geschosses zu der Zeit, als das Bild entstand. Aus dem Abstande der so errechneten zwei aufeinanderfolgenden Orte lässt sich der Weg während der Zeit einer Umdrehung des Geschosses berechnen. Nimmt man zunächst die Umdrehungsdauer als constant an, so erhält man auf solche Weise die Endgeschwindigkeit, weil die Zahl der Umdrehungen am Beginn der Geschossbahn aus der Anfangsgeschwindigkeit und dem Drallwinkel bestimmt werden kann.

Die praktische Erprobung dieser Methode hat in bereitwilliger Weise die königliche Artillerieprüfungscommission in die Hand genommen. Um die Bilder des leuchtenden Geschosses sicher zu fangen, wurden zu beiden Seiten der Schusslinie je vier Apparate aufgestellt; je zwei in 25 m, weitere zwei in 50 m Entfernung von der Flugbahn. Die Apparate auf jeder Seite waren 10 m voneinander entfernt. Sie standen in den Entfernungen 1330, 1340, 1350 m vom Geschütz. Letzteres war auf 1390 m eingeschossen.

Von den erhaltenen Bildern zeigt die nachstehende Figur zwei Beispiele, das obere für einen der Apparate auf 50 m, das andere auf 25 m Abstand von der Schusslinie. Man erkennt auch an diesen stark verkleinerten Bildern, dass dieselben zu Messungen wohl verwandt werden können. Die Horizontale in beiden Bildern giebt die Richtung der horizontalen y-Axe, die vertical gezogene Linie die der x-Axe. Die Bilder befinden sich vertical nach unten von dem Mittelpunkt des Apparates aus gerechnet; somit befand sich das Geschoss

über den Apparaten. Die näherliegende Platte giebt natürlich ein tieferliegendes Bild.

Da die leuchtende Oeffnung des Geschosses eine gewisse Zeit den Apparaten zugewandt war, während welcher Zeit sich das Geschoss vorwärts bewegte, so sind nicht Punkte, sondern Striche entstanden. Die Mitte der Striche ist zugleich der hellste Teil des Striches, sie kennzeichnet den Ort, an welchem die leuchtende Oeffnung dem Objectiv voll zugekehrt war.



Zur Berechnung konnten nur die Zeichnungen auf den weiter ab liegenden Platten herangezogen werden, da auf den näher liegenden Apparaten wegen ihrer zu grossen Entfernung nicht zwei aufeinander folgende Bilder gleichzeitig gezeichnet wurden. Immerhin blieben auf den vier weiter abliegenden Platten hinreichend zusammengehörige Paare, um verschiedene Controllbestimmungen machen zu können.

Es ergaben sich so folgende Werte für den während der Zeit einer Umdrehung zurückgelegten Weg r

	Apparat links			Apparat rechts		
	von Flugbahn					
Schuss I:	2,96	3,03	2,97 m	2,84	2,82	2,83 m
Schuss II:	2,86	2,96	2,84 m	2,98	—	2,89 m

Das Gesamtmittel ist für Schuss I: 2,905 m
„ „ II: 2,985 m

Aus der Anfangsgeschwindigkeit ergab sich die Zahl von 110 Umdrehungen in der Secunde; wäre diese Zahl geblieben, so würde für die Endgeschwindigkeit der Wert

$$\frac{2,905}{\frac{1}{110}} = 319 \text{ für Schuss I},$$

$$\frac{2,935}{\frac{1}{110}} = 322 \text{ für Schuss II}$$

folgen.

Die Schusstafel giebt dagegen 300 m.

Die Abweichung kann erklärt werden durch eine Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit. Nimmt man die Angabe der Schusstafel für die Endgeschwindigkeit als richtig an und berechnet hieraus die Zahl der Umdrehungen durch die gefundenen Werte von r, so ergeben sich 103 Umdrehungen in der Secunde. Eine Abnahme der Umdrehungszahl von 110 auf 103 während eines horizontalen Weges von 1340 m erscheint wohl annehmbar.

Dagegen stimmt nicht die Angabe der Schusstafel über die Neigung der Flugbahn. Dieselbe soll 3° betragen, während sich aus allen Combinationen der erhaltenen Versuchsdaten ein grösserer Winkel, im Mittel 6°, ergiebt. Bei Beurteilung des Wertes dieser Zahl ist allerdings zu beachten, dass bei der Kleinheit des Winkels, dessen Cosinus zu ermitteln ist, Ungenauigkeiten in den Werten der Coordinaten der Bahnpunkte von ganz erheblicher Bedeutung sind. Solche Ungenauigkeiten sind bei den beschriebenen Versuchen noch vorhanden. Der errechnete Wert von 6° kann daher nicht die Bestimmtheit in Anspruch nehmen, wie der für r angegebene Wert. Dass der Wert der Schusstafel von 3° aber bei den beiden Versuchen zu klein ist, folgt aus der Höhe des Geschosses.

Bei 3° würde diese gleich dem Abstand von dem Aufschlagpunkt, etwa 40 m, multiplicirt mit der Tangente von 3° sein, also $40 \,.\, \mathrm{tg}\, 3^0 = 40 \,.\, 0,0524 = 2$ m. Die Tische waren aber ziemlich hoch, mindestens 1,5 m, die Verticalcoordinate der Bilder auf den weiteren Apparaten etwa 0,03 m. Da der optische Mittelpunkt des Objectives von der Platte 0,41 m entfernt war, so

würde sich bei der ungefähren Entfernung von 40—50 m des Geschosses vom Apparat die Höhe des Geschosses über dem Apparat zu etwa 3 m ergeben, also über dem Boden zu 5 m. Der Wert von 6° für die Neigung giebt diesen Wert ziemlich genau.

Die Versuchsanordnung kann so vervollkommnet werden, dass Umdrehungszahl und Endgeschwindigkeit unabhängig voneinander zu gewinnen sind, wenn die vom Geschoss ausgehenden Lichtstrahlen auf einer mit bekannter Geschwindigkeit bewegten Platte aufgefangen werden. Der Abstand zweier aufeinander folgenden Zeichnungen, im Sinne der Bewegung der Platte genommen, verglichen mit dem entsprechenden Abstande, giebt direct die Umdrehungsgeschwindigkeit des Geschosses.

Eine ausführlichere Darstellung der Anordnungen und Versuche wird die Kriegstechnische Zeitschrift bringen.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Jahrg. 4. **Nr. 18.**

Verhandlungen
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Sitzung vom 12. December 1902.

Vorsitzender: Hr. E. Warburg.

Die Sitzungstage der Gesellschaft werden für das Jahr 1903 wie folgt festgesetzt:

9. und 23. Januar,
6. und 20. Februar,
6. und 20. März,
3. und 24. April,
8. und 22. Mai,
12. und 26. Juni
16. und 30. October,
13. und 27. November,
11. December.

Der Vorsitzende teilt mit, dass nach einem Vorstandsbeschlusse die „Verhandlungen" der Gesellschaft mit dem 1. Januar 1903 aus dem bisherigen Verlage in den Verlag der Firma Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig übergehen, um mit dem „Halbmonatlichen Literaturverzeichnis" der „Fortschritte der Physik" unter dem gemeinsamen Titel der „Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft" vereinigt zu werden. Den Mitgliedern der Gesellschaft werden die „Verhandlungen" nach wie vor kostenlos geliefert werden, wenn sie es nicht vorziehen, gegen einen geringen, von der Verlagshandlung festzusetzenden Betrag das combinirte Organ der Berichte zu beziehen.

Hr. **Börnstein** teilt mit, dass eine neue Bearbeitung der in zwei früheren Auflagen zusammen mit Hrn. LANDOLT von ihm herausgegebenen „Physikalisch-Chemischen Tabellen" in Aussicht genommen ist. Der chemische Teil des Werkes wird unter Mitwirkung des Hrn. LANDOLT durch Hrn. MEYERHOFFER, der physikalische Teil wie bisher durch Hrn. BÖRNSTEIN zusammengestellt werden. Die Herausgeber richten an alle Fachgenossen und insbesondere an die Mitglieder der Deutschen Physikalischen Gesellschaft die Bitte, Mitteilungen über Unrichtigkeiten oder Mängel der vorigen Ausgabe, sowie Wünsche in Betreff etwaiger Aenderungen, Vervollständigungen oder Weglassungen schriftlich einsenden zu wollen. (Adressen: Prof. BÖRNSTEIN, Wilmersdorf bei Berlin, Landhausstrasse 10; Prof. MEYERHOFFER, Berlin W., Uhlandstrasse 162.)

Es trägt vor Hr. **H. Friedenthal** (a. G.):

Wieviel von der Verbrennungswärme von Brennstoffen lässt sich in mechanische Arbeit umsetzen?

und demonstrirt

ein neues Dampfmaschinenmodell.

Als Mitglieder werden in die Gesellschaft aufgenommen:

Hr. GEORG HIRZEL, in Firma S. HIRZEL, Leipzig, Königstr. 2.
(Vorgeschlagen durch Hrn. H. TH. SIMON.)

Hr. Dr. H. W. FISCHER, Berlin NW., Albrechtstrasse 13/14.
(Vorgeschlagen durch Hrn. E. WARBURG.)

Wieviel von der Verbrennungswärme von Brennstoffen lässt sich in mechanische Arbeit umsetzen?

von Hans Friedenthal.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 12. December 1902.)

(Vgl. oben S. 386.)

Die Frage nach demjenigen Processe, welcher gestattet unter Aufwendung von Brennstoff das Maximum an chemischer Arbeit zu gewinnen, besitzt neben dem sehr hohen praktischen Interesse auch ein erhebliches theoretisches, da die quantitative Umwandlung von Wärme in mechanische Arbeit ohne störendes Auftreten nicht gewünschter Energieformen, wie z. B. der Volumenenergie, durch keinen der bisher bekannt gewordenen Processe ausgeführt gedacht werden konnte.[1] Kein Wunder, dass die Meinung die herrschende wurde, dass die quantitative Umwandlung einer gegebenen Wärmemenge in mechanische Arbeit zumal in einer Dampfmaschine auch theoretisch unmöglich sei. Als das Maximum der durch eine Dampfmaschine erhältlichen Arbeit sah man diejenige Arbeitsmenge an, welche durch eine sogenannte ideale Dampfmaschine, in welcher ein CARNOT'scher Kreisprocess sich abspielt, erhalten werden konnte. Der Bruchteil der aufgewendeten Energiemenge, welcher in einer solchen idealen Dampfmaschine als effective Arbeit erhalten werden konnte, war bei einer

1) Bei der Wärmezufuhr zu einem idealen Gase soll ebenfalls die gesamte zugeführte Wärme als Arbeit erhalten werden. Dieser Process hat aber einen Stoff vom Moleculargewicht Null, also eine physikalische Unmöglichkeit zur Voraussetzung. Kein Gas besitzt für wechselnde Volumina bei gleicher Temperatur den gleichen Energieinhalt. Volumenenergie tritt bei jedem bisher denkbaren calorischen Process als störender Factor auf.

tiefsten Condensatortemperatur von 20° zwar klein, aber jede Abweichung vom CARNOT'schen Kreisprocess sollte in einer Dampfmaschine zu neuen Verlusten führen, niemals zu einer vorteilhafteren Ausnutzung der aufgewendeten Oxydationsenergie.

Bei Verwertung einer Oxydationsenergie kann niemals ein vollkommener Kreisprocess ausgeführt gedacht werden, da immer neue Mengen von Verbrennungsproducten entstehen, die bei einem Kreisprocess sich in der Maschine anhäufen würden. Es muss daher die Frage entstehen, ob bei Abweichung vom Kreisprocess in einer Dampfmaschine mehr Arbeit erhalten werden kann als in einer „idealen" Dampfmaschine, d. h. einer solchen, bei der wenigstens das Arbeitsmittel einen wahren Kreisprocess ausführt. Der Arbeitswert der Steinkohle berechnet sich in einer „idealen" Dampfmaschine nur zu etwa 3000 Calorien, zwei Drittel der Energie, welche der Brennstoff bei der Oxydation liefert, werden also in einer solchen nutzlos verschleudert.

Bei der Dampfmaschine mit CARNOT'schem Kreisprocess tritt Flüssigkeit von der höchsten im Process vorkommenden Temperatur in den Kessel ein, nimmt im Kessel einen Teil der Oxydationswärme der Feuergase auf und verwandelt diese Wärme ohne Erhöhung der eigenen Temperatur quantitativ in Volumenenergie. Von der so erhaltenen Volumenenergie wird im Arbeitscylinder ein Teil in Arbeit umgewandelt, ein Teil als Wärme im Condensator nutzlos abgeführt, ein dritter Teil im Speisecylinder wieder in Wärme zurückverwandelt unter Aufwendung von Arbeit. Fast genau die Hälfte der Oxydationsenergie der Feuergase ist im theoretisch besten Falle, nämlich bei einer Kesseltemperatur von 360° mit den Feuergasen nutzlos abgezogen, von der übrig bleibenden Hälfte der Wärme wird ebenfalls noch ein grosser Teil durch die Condensatorflüssigkeit abgeführt und mit dieser vergeudet.

Alle eben geschilderten Verlustquellen werden in einer Dampfmaschine vermieden, welche *keinen* Kreisprocess ausführt, sondern das Arbeitsmittel nach geleisteter Arbeit verbrennt. Eine solche Dampfmaschine ist, da sie keine Verlustquelle in sich birgt, im stande, die gesamte Ver-

brennungswärme eines flüssigen Brennmateriales in nutzbare mechanische Arbeit — im denkbar besten Falle — umzuwandeln, ja es ist sogar möglich, Dampfmaschinen zu construiren, welche nicht nur die gesamte Verbrennungswärme des verbrauchten Brennstoffs in mechanische Arbeit überführen, sondern sogar die Umgebung abkühlen und auf Kosten der Umgebungstemperatur neue Wärmemengen in mechanische Arbeit umzuwandeln gestatten.

Durch Abkehr vom CARNOT'schen Kreisprocess ist es möglich eine „ideale“ Dampfmaschine zu construiren, bei welcher der Arbeitswert des Brennstoffs gleich der Oxydationsenergie des Brennstoffs sich ergiebt, ohne Zuhülfenahme des absoluten Nullpunktes als Condensatortemperatur. Es sollen bei der im Folgenden beschriebenen Dampfmaschine die Verluste durch Reibung und Strahlung als von Null unmerklich wenig verschieden angenommen werden, die Temperatur der Umgebung betrage überall 20°, sodass ausserhalb der Maschine kein Wärmepotentialgefälle herrscht.

In einem Kessel, in welchen Flüssigkeit von der Temperatur der Umgebung (20°) eintritt, verwandelt sich durch Wärmezufuhr isovolumetrisch die eingeführte Flüssigkeit in Dampf oberhalb der kritischen Temperatur der benutzten Flüssigkeit; durch den im Kessel herrschenden Druck wird die Volumenzunahme der eingeführten Flüssigkeit verhindert. Während also im Kessel der CARNOT'schen Maschine die Temperatur constant bleibt und die zugeführte Wärme quantitativ in Volumenenergie übergeführt wird, steigt im Kessel der neuen Maschine die Temperatur bis zur Höchsttemperatur und bleibt quantitativ als Wärme ohne Umformung erhalten. Jetzt tritt ein Teil des Kesselinhaltes, also ein Gasvolumen von Höchsttemperatur, in den Cylinder und expandirt in diesem unter Arbeitsleistung. Dabei tritt Temperatursenkung, Drucksenkung und Condensation ein, während im Cylinder der CARNOT'schen Dampfmaschine Verdampfung eintrat. Bei der neuen Maschine, bei welcher Gas oberhalb der kritischen Temperatur vom specifischen Gewicht einer Flüssigkeit expandirte, tritt Kälte unterhalb der Umgebungstemperatur auf, und zwar je nach den benutzten Drucken mit beliebiger Annäherung

an den absoluten Nullpunkt. Bei der CARNOT'schen Maschine ist die Umgebungstemperatur zugleich die tiefste erreichbare Temperatur. Im Cylinder der neuen Maschine resultirt ein Gemenge von Flüssigkeit und Dampf, je höher der Kesseldruck, desto grösser der Bruchteil des freiwillig gebildeten Condensates.

Ein Teil der dem Kessel zugeführten Wärme ist während der Expansion im Cylinder in Arbeit übergeführt worden, ein Teil ist noch als Volumenenergie in dem restirenden Dampf enthalten. In der CARNOT'schen Dampfmaschine wird ein Teil dieser restirenden Volumenenergie durch die Condensatorflüssigkeit nutzlos abgeführt, in der neuen Maschine wird der restirende Dampf in die Feuerung geführt und dort verbrannt, wobei die Volumenenergie sich zu der Oxydationswärme addirt. Die schon verdampfte Flüssigkeit besitzt eine höhere Verbrennungswärme, als das Ausgangsmaterial.

Leite ich den Process so, dass durch die Oxydationsenergie des verbrennenden Dampfes gerade die in Form von Arbeit verschwundene Wärme ersetzt wird, so habe ich eine verlustlose Maschine. Die Abgase verlassen mit der Umgebungstemperatur den Kessel, da sie mit immer neuen Mengen Flüssigkeit von 20° zuletzt in Berührung waren, während in der CARNOT'schen Maschine im besten Falle allein durch die Hitze der Abgase etwa 45 Proc. nutzlos verbraucht werden.

Folgende Rechnung zeigt die Gleichheit von Oxydationsenergie und geleisteter Arbeit in der neuen Dampfmaschine. M Calorien brauche ich, um B Einheiten flüssigen Brennstoffs von T_1 auf T_2 isovolumetrisch zu erhitzen. T_2 liege oberhalb der kritischen Temperatur der benutzten Flüssigkeit. Bei freiwilliger Expansion des entstandenen Dampfes bis 1 Atm. wird ein Bruchteil der zugeführten Wärme in Arbeit verwandelt M/p, der Wärmerest steckt in dem Gemenge von Dampf und Flüssigkeit von der Temperatur T_3, die tiefer als T_2 liegt. Es bleiben von den (B) Einheiten Dampf nach der Arbeitsleistung B/a Einheiten als Dampt von T_3 und $B - B/a$ Einheiten als Flüssigkeit von der Temperatur T_3 zurück. (Es wird jetzt angenommen, dass T_3 oberhalb von 20° gelegen sei, was, wie oben gezeigt, nicht notwendig ist.) Um (B) Einheiten Brennstoff von

T_1 auf T_3 zu erwärmen, brauche ich (x) Calorien, also um ($B - B/a$) Einheiten auf T_3 zu erwärmen $x(B - B/a)$. Um B Einheiten in Dampf von T_3 zu verwandeln, brauche ich y Calorien, also um B/a Einheiten zu verwandeln $y(B/a)$ Calorien. Nun besteht die Gleichung

$$M = \frac{M}{p} + x\left(B - \frac{B}{a}\right) + y\left(\frac{B}{a}\right).$$

Die Wärmemenge $x(B - B/a)$, d. h. die im freiwilligen Condensat steckende Wärme, wird dem Kessel durch die Speisepumpe wieder zugeführt, geht also nicht verloren.

Die Energiemenge $y(B/a)$ leite ich in die Feuerung und verbrenne den Dampf, sodass die Energie als Wärme auf neuen Kesselinhalt übergeht. Mit steigendem Druck und Temperaturintervall nimmt der im Cylinder in mechanische Arbeit umgewandelte Bruchteil von $M(M/p)$ beständig zu, während die als Dampf verbleibende Brennstoffmenge stetig abnimmt. Es muss daher für jeden Brennstoff ein Temperaturintervall geben, bei welchem die Verbrennungswärme des restirenden Dampfes gerade ausreicht, um $M - x(B - B/a)$ Calorien zu liefern, d. h. von neuem (B) Einheiten Brennstoff von der Temperatur T_2 zu liefern, deren Arbeitsleistung gleich M/p ist.

B/a Einheiten Brennstoff (flüssig) von 20° liefern W Calorien. B/a Einheiten des Dampfes von T_3 liefern $W + y(B/a)$ Calorien. Wir müssen gleichsetzen

$$\text{(I)} \qquad W + y\left(\frac{B}{a}\right) = M - x\left(B - \frac{B}{a}\right).$$

Nun war

$$\text{(II)} \qquad M = \frac{M}{p} + x\left(B - \frac{B}{a}\right) + y\left(\frac{B}{a}\right).$$

Aus Gleichung (I) folgt

$$W = M - x\left(B - \frac{B}{a}\right) - y\left(\frac{B}{a}\right).$$

Aus Gleichung (II) folgt

$$\frac{M}{p} = M - x\left(B - \frac{B}{a}\right) - y\left(\frac{B}{a}\right).$$

Also ist

$$W = \frac{M}{p}.$$

Die Verbrennungsenergie des Brennstoffs im flüssigen Zustand ist gleich der von der Maschine geleisteten Arbeit, oder der wirtschaftliche Wirkungsgrad ist gleich 1. Die neue ideale Maschine setzt also 100 Proc. der Verbrennungswärme in mechanische Arbeit um.

Man könnte gegen die Berechnung einwenden, dass zum Anheizen der neuen Maschine mehr Wärme erforderlich ist, als bei der ersten Arbeitsleistung in mechanische Arbeit umgesetzt wird, denken wir uns aber die Maschine gefüllt mit B Einheiten Brennstoff von der Temperatur T_2 beginnend, so wandelt sie beständig 100 Proc. der Oxydationswärme in Arbeit um und hinterlässt nach der letzten Verbrennung das System genau wie im Anfangsstadium gefüllt mit (B) Einheiten Brennstoff von der Temperatur T_2.

Für einen bestimmten Brennstoff lässt sich bis jetzt das Temperaturintervall, bei welchem die Oxydationswärme des restirenden Dampfes gerade die geleistete mechanische Arbeit deckt, nicht zahlenmässig vorausberechnen, da der Gang der specifischen Wärme einer Flüssigkeit bei isovolumetrischer Wärmezufuhr experimentell noch in keinem Falle ermittelt ist. Für eine gewöhnliche Dampfmaschine dagegen lässt sich bei Verwendung von verdünntem Spiritus als Brennmaterial experimentell sehr leicht die Grenze der Verdünnung feststellen, bei welcher der gesamte Dampf verbrannt werden muss, um die Maschine bei constanter Arbeitsleistung zu erhalten. Ein der Deutschen Physikalischen Gesellschaft im Betriebe gezeigtes Modell demonstrirte bereits, dass mit Spiritus von solcher Verdünnung, dass er in kaltem Zustande nicht mehr brennt, die kleine Maschine bei Verwertung der Abdampfwärme in Gang gehalten werden konnte. Die Volumenenergie, welche als störender Factor bei allen bisher construirten Wärmemaschinen auftrat und eine notwendige Wärmeverschwendung mit sich brachte, kann durch Verbrennung des Abdampfes nach der Arbeitsleistung noch quantitativ in einer neuartigen idealen Dampfmaschine verwertet werden.

Die gesamte Verwertung der Oxydationsenergie in einer Dampfmaschine bezeichnet noch immer nicht die obere Grenze für die von einer solchen Maschine geleistete mechanische

Arbeit, da man sich auch Dampfmaschinen construiren kann bei Umgehung eines Kreisprocesses, welche wie die Helmholtz'schen elektrischen Ketten die Umgebung abkühlen, wobei noch Wärme der Umgebung in mechanische Arbeit übergeführt werden kann.

Comprimire ich ein Gas erheblich unter Ableitung der entstehenden Compressionswärme, sei es durch Thermoelemente, sei es, um bei calorischen Maschinen zu bleiben, durch den Kessel einer neuartigen idealen Dampfmaschine, so kühlt sich das Gas nach der Wärmeentziehung bei Expansion unter Arbeitsleistung ab, um so mehr sich dem absoluten Nullpunkt nähernd, je höher sein specifisches Gewicht vor der Arbeitsleistung war. Lasse ich das kalte Gas sich wieder erwärmen unter Zufluss von Wärme aus der Umgebung, so erhält es von neuem hohen Druck und ist im stande, bei weiterer isothermischer Expansion Wärme der Umgebung in mechanische Arbeit umzusetzen. Als Arbeitsgewinn erscheint der Unterschied zwischen adiabatischer Expansion und isothermischer Expansion des auf die Temperatur der Umgebung abgekühlten Gases. Die Arbeit geschieht auf Kosten der Temperatur der Umgebung.

Dieselben Erwägungen, welche zeigen, dass der Carnot'sche Process nicht das Maximum an Arbeit aus einer gegebenen Wärmemenge zu gewinnen gestattet, führen — wie beinahe selbstverständlich erscheint — zu dem Ergebnis, dass bei Kälteerzeugungsmaschinen ebenfalls der Carnot'sche Process nicht das Minimum an Arbeit liefert, mit dem eine bestimmte Kältemenge erzeugt werden kann. Bei den Kälteerzeugungsmaschinen ist es ebenso möglich, die aus dem Kessel vor der Arbeitsleistung abgeführte Wärme im Process selber zu verwerten bei Vermeidung eines Carnot'schen Kreisprocesses, wie es möglich ist, die im Condensator einer Carnot'schen Dampfmaschine abgeführte Wärmemenge noch in Arbeit umzusetzen. [Vortragender demonstrirt an der Hand einer Zeichnung den Arbeitsgang einer calorischen Maschine, welche ohne Vorhandensein eines Wärmepotentialgefälles ausserhalb der Maschine Wärme der Umgebung in nutzbare mechanische Arbeit umzusetzen gestattet.]

Bei jeder bisher construirten calorischen Maschine irgend welcher Art trat stets Volumenenergie als Verlustquelle auf, sodass allgemein die Ueberzeugung entstand, dass das Auftreten solcher Verluste in calorischen Maschinen durch keinen denkbaren Process umgangen werden könnte. Thatsächlich existirte bisher kein calorischer Process, welcher Wärme in Arbeit quantitativ umzuwandeln gestattet hätte. Bei der neuen Dampfmaschine tritt ebenfalls Volumenenergie bei der Arbeitsleistung auf, aber diese wird quantitativ bei der nachfolgenden Verbrennung ausgenutzt und als Wärme dem Kessel wieder zugeführt. Nur die Verbrennung nach der Arbeitsleistung ermöglicht die Construction einer theoretisch verlustlosen Wärmemaschine.

Die Unmöglichkeit einen Process zu finden, welcher Wärme quantitativ in mechanische Arbeit umzusetzen gestattet, hat sogar zu einer irrtümlichen Auffassung des zweiten Hauptsatzes der Energielehre geführt, indem die Energieformen in eine Rangordnung gepresst wurden, in welcher höhere und niedere Energieformen unterschieden wurden. Die Wärme sollte [1]) den tiefsten Platz einnehmen, die mechanische Energie den höchsten, die anderen Energieformen sich dazwischen reihen.

Diese Rangordnung der Energieformen bedeutet nichts anderes als die Grösse der technischen Schwierigkeit, das störende Auftreten unerwünschter Energieformen, die wir anthropocentrisch Verluste nennen, zu vermeiden. Der zweite Hauptsatz wird in der Fassung gelehrt, dass es unmöglich sein soll, mit einer periodisch wirkenden Maschine Energie unter Wahrung ihrer Quantität vollständig in eine höhere Energieform umzuwandeln. Eine solche Maschine wird ein perpetuum mobile zweiter Art genannt. Da die oben angeführte calorische Maschine genügend mechanische Arbeit liefert, um im Grenzfalle den Brennstoff quantitativ aus den Verbrennungsproducten zu erzeugen, so wäre diese ein perpetuum mobile zweiter Art und damit theoretisch unmöglich, da bei Wiederherstellung des Brennstoffs ein periodischer Process vorliegt.

---

1) F. Auerbach, Kanon der Physik, p. 324. 1899.

Bei dieser Fassung des zweiten Hauptsatzes der Energielehre wird ganz übersehen, dass der zweite Hauptsatz keine zahlenmässige Grösse enthält, also, da die quantitative Beziehung erst das physikalische Gesetz ausmacht, nur ein logisches Princip ausspricht.

Einem perpetuum mobile zweiter Ordnung kann ich praktisch nahe kommen mit einem Fehler, der im Grenzfalle von Null unendlich wenig verschieden ist, selbst wenn es sich um Verwandlung von Wärme in mechanische Arbeit handelt. Es giebt keine natürliche Rangordnung der Energieformen. Ebenso ist es möglich, in einem periodischen Process mit einem von Null unendlich wenig verschiedenen Fehler eine Energieform unter Wahrung ihrer Quantität auf ein höheres Niveau zu heben. Bei jeder Umwandlung einer Energieform in eine beliebige andere, sowie bei Veränderung der Grösse der Entropie treten nicht erwünschte Energieformen als Verlustquelle auf, doch kann der Zerstreuungsgrad der Energie stets im Grenzfall von Null unendlich wenig verschieden gedacht werden. Wegen des Fehlens der quantitativen Beziehungen im zweiten Hauptsatze der Energielehre widerspricht eine Maschine keinem physikalischen Gesetze, welche in einem periodischen Processe Wärme quantitativ in mechanische Arbeit umwandelt.

Wärme lässt sich mit einem von Null unendlich wenig verschiedenen Fehler im periodischen Processe quantitativ in mechanische Arbeit umwandeln oder auf ein höheres Niveau heben. Der Carnot'sche Kreisprocess liefert nicht das Maximum an Arbeit, welches bei gegebenem Temperaturintervall aus einem gegebenen Wärmequantum entstanden gedacht werden kann, nur bei Zurückführung eines Gases zum Ausgangspunkt unter Ableitung der überschüssigen Volumenenergie in Form von Wärme nach geschehener Arbeitsleistung liefert der Carnot'sche Process ein Maximum an mechanischer Energie. An diese Bedingungen ist man bei Construction von Maschinen nicht gebunden. Die Dampfmaschine in ihrer jetzigen Form, wo fast die Hälfte der Verbrennungswärme gleich von Anfang an zum Schornstein hinausgestossen wird und der grösste Teil des Restes ebenfalls im Condensator abgeführt werden muss, gleicht den alten Hochöfen, bei welchen die Flammen

unbenutzt zum Schornstein hinausschlugen und Nachts die ganze Gegend erhellten. In gleicher Weise wie man jetzt in Feuerluftmaschinen die Wärme der Hochofengase mit Erfolg auszunutzen bemüht ist, wird man vielleicht in nicht allzu ferner Zukunft die alte Dampfmaschine nur noch als wertvollen Kühlmantel für die Feuerluftmaschinen benutzen, welche, wie oben gezeigt wurde, die gesamte Wärme der Heizgase theoretisch auszunutzen gestatten.

In der an diesen Vortrag anschliessenden Discussion weist Hr. M. Planck kurz darauf hin, dass der zweite Hauptsatz der Thermodynamik, correct formulirt, für jeden Vorgang in der Natur eine zahlenmässig controlirbare Beziehung liefert, dass aber diese Beziehung ganz verschieden lautet, je nachdem in einer Maschine der arbeitende Stoff einen Kreisprocess durchmacht oder nicht. Ferner zeigt er an dem Beispiel eines sich isotherm ausdehnenden idealen Gases, dass man bei Verzichtleistung auf einen Kreisprocess sehr wohl Vorgänge realisiren kann, bei welchen Wärme ohne jeden Rest in mechanische Arbeit verwandelt wird. Denn bei constanter Temperatur bleibt auch die in dem Gase enthaltene Energie constant, und die Ausdehnungsarbeit ist genau gleich der dem Gas von aussen zugeführten Wärme. Daraus folgt, dass bei Maschinen ohne Kreisprocess aus der Frage nach dem Betrage der Wärme, welche sich in mechanische Arbeit umsetzen lässt, kein allgemeiner Maassstab für die ökonomische Bedeutung der Maschine zu gewinnen ist.

Mitgliederliste
der
Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Im Jahre 1902 verlor die Gesellschaft durch Tod:
Prof. Dr. R. Finkener, Prof. Dr. L. Fuchs, G. v. Hansemann, Prof. Dr. J. Pernet, Hans Bartsch v. Sigsfeld, Prof. Dr. R. Virchow, Frl. Dr. Elsa Neumann.

Am Ende des Jahres 1902 waren Mitglieder der Gesellschaft:

A. Berliner Mitglieder.

1. Herr Dr. M. Abramczyk*), W., Regensburgerstrasse 32.
2. „ Dr. M. Altschul, N., Brunnenstrasse 109.
3. „ Dr. R. Apt, N., Oranienburgerstrasse 8.
4. „ F. S. Archenhold, Treptow, Sternwarte.
5. „ Prof. Dr. H. Aron, W., Lichtensteinallee 3a.
6. „ Dr. L. Arons, SW., Königgrätzerstrasse 109.
7. „ Dr. E. Aschkinass, W., Kurfürstendamm 22.
8. „ Prof. Dr. R. Assmann, N., Seestrasse 61.
9. „ O. Baschin, N., Eichendorffstrasse 2.
10. „ Dr. W. Bein, W., Emserstrasse 25.
11. „ Dr. G. Benischke, Pankow, Parkstrasse 8.
12. „ A. Berberich, SW., Lindenstrasse 91.
13. „ Dr. A. Berliner, NW., Dorotheenstr. 60.
14. „ Prof. Dr. W. v. Bezold, W., Lützowstrasse 72.
15. „ Prof. Dr. E. Blasius, Charlottenburg, Knesebeckstrasse 96.
16. „ A. Blümel, SO., Melchiorstrasse 22.
17. „ H. Boas, SW., Dessauerstrasse 38.
18. „ Prof. Dr. R. Börnstein, Wilmersdorf, Landhausstrasse 10.
19. „ Prof. Dr. H. Böttger, NW. Lessingstrasse 10.
20. „ A. du Bois-Reymond, NW., Schiffbauerdamm 29a.
21. „ Dr. E. Bollé, SO., Manteuffelstrasse 126.
22. „ Dr. F. Bremer, NW., Schleswiger Ufer 16.
23. „ Dr. W. Brix, Steglitz, Hohenzollernstrasse 1.
24. „ Prof. Dr. E. Brodhun, Grunewald, Hubertusbaderstr. 22.
25. „ Dr. C. Brodmann, NW., Paulstrasse 13.
26. „ Prof. Dr. E. Budde, NW., Alt-Moabit 89.
27. „ W. B. v. Czudnochowski, NW., Klopstockstrasse 38.
28. „ Dr. R. Defregger, NW., Brückenallee 30.
29. „ Dr. A. Denizot, Charlottenburg, Schlüterstrasse 7.
30. „ Dr. H. Diesselhorst, W., Schaperstrasse 18.

*) Berlin ist in dem Verzeichniss weggelassen.

31. Herr Dr. W. Dittenberger, Charlottenburg, Marchstrasse 25.
32. „ Dr. F. Dolezalek, Halensee, Friedrichsruherstrasse 23.
33. „ Dr. B. Donath, Charlottenburg, Stuttgarterplatz 16.
34. „ Dr. A. Ebeling, W., Würzburgerstrasse 20.
35. „ Dr. Joh. Ehlers, NW., Lübeckerstrasse 27.
36. „ Prof. Dr. Th. W. Engelmann, NW., Neue Wilhelmstrasse 15.
37. „ F. Ernecke, SW., Königgrätzerstrasse 112.
38. „ Dr. C. Färber, S., Fichtestrasse 2.
39. „ Dr. Felgenträger, Friedenau, Kaiser-Allee 86.
40. „ Prof. Dr. K. Feussner, Charlottenburg, Leibnizstrasse 1.
41. „ Dr. H. W. Fischer, NW., Albrechtstr. 13/14.
42. „ Reg.-Rat Dr. A. Franke, W., Marburgerstrasse 9a.
43. „ Dr. A. Franke, Gross-Lichterfelde, Sternstrasse 28.
44. „ Dr. F. Frankenhäuser, Friedenau, Rembrandtstrasse 13.
45. „ Dr. G. Freund, NW., Unter den Linden 69.
46. „ J. Friedländer, W., Regentenstrasse 8.
47. „ Prof. Dr. O. Frölich, Wilmersdorf, Berlinerstrasse 41.
48. „ R. Fuess, Steglitz, Düntherstrasse 7/8.
49. „ Dr. E. Gehrke, S., Gneisenaustrasse 55.
50. „ Dr. H. Gerstmann, W., Knesebeckstrasse 70/71.
51. „ Dr. W. Giese, W., Bülowstrasse 80.
52. „ Dr. A. Gleichen, S., Halleschestrasse 7.
53. „ Prof. Dr. E. Goldstein, W., Bambergerstrasse 6.
54. „ Dr. A. Gradenwitz, SO., Michaelkirchplatz 13.
55. „ Prof. Dr. Th. Gross, Westend, Königin-Elisabethstrasse 1.
56. „ Dr. E. Grüneisen, Charlottenburg, Marchstrasse 25.
57. „ Prof. Dr. L. Grunmach, W., Bayreutherstrasse 9.
58. „ Oberlehrer Dr. R. Güntsche, W., Gleditschstrasse 39.
59. „ Prof. Dr. P. Güssfeldt, NW., Beethovenstrasse 1.
60. „ Prof. Dr. E. Gumlich, Charlottenburg, Schlüterstrasse 71.
61. „ Stabsarzt Guttmann, NW., Friedrichstrasse 140.
62. „ W. Hänsch, S., Prinzenstrasse 71.
63. „ Dr. E. Häntzschel, W., Gleditschstrasse 43.
64. „ Prof. Dr. E. Hagen, Charlottenburg, Werner-Siemensstrasse 7.
65. „ H. Hahn, Grunewald, Bismarckallee 24.
66. „ Prof. Dr. G. Hauck, W., Bülowstrasse 6.
67. „ Dr. F. v. Hefner-Alteneck, W., Hildebrandstrasse 9.
68. „ P. Heitchen, Charlottenburg, Bismarckstrasse 77.
69. „ Prof. Dr. G. Hellmann, W., Margarethenstrasse 2/3.
70. „ Dr. Fr. Henning, Charlottenburg, Marchstrasse 25.
71. „ Prof. Dr. R. Heyne, W., Zietenstrasse 3.
72. „ Prof. Dr. J. Hirschwald, Grunewald, Kunz Buntschuhstr. 16.
73. „ Dr. Christian von Hofe, Charlottenburg, Leibnizstrasse 20.
74. „ Dr. vom Hofe, Gross-Lichterfelde, Stubenrauchstrasse 5.
75. „ Prof. J. H. van't Hoff, Charlottenburg, Uhlandstrasse 2.
76. „ F. Hoffmann, SW., Belle Allianceplatz 6a.

77. Herr M. W. Hoffmann, W., Bambergerstrasse 41.
78. „ Dr. H. Hohnhorst, SW., Grossbeerenstrasse 24.
79. „ Prof. Dr. L. Holborn, Charlottenburg, Schlossstrasse 3.
80. „ Dr. K. Hollefreund, S., Alexandrinenstrasse 36.
81. „ Dr. W. Howe, Westend, Kastanienallee 4.
82. „ Oberlehrer Dr. Hupe, Charlottenburg, Kantstrasse 76.
83. „ M. Iklé, NW., Marienstrasse 18a.
84. „ Prof. Dr. W. Jaeger, Friedenau, Handjerystrasse 90.
85. „ Dr. E. Jahnke, Wilmersdorf, Pariserstrasse 55.
86. „ O. Johannesson, N., Schönhauserallee 169.
87. „ Reg.-Rat Dr. K. Kahle, Westend, Akazienallee 20.
88. „ Prof. Dr. S. Kalischer, W., Ansbacherstrasse 14.
89. „ Prof. G. Kiesel, O., Langestrasse 31.
90. „ O. Kiewel, W., Schinkelplatz 6.
91. „ Dr. O. Knöffler, Charlottenburg, Kantstrasse 151.
92. „ Dr. A. Köpsel, Charlottenburg, Kantstrasse 69.
93. „ Prof. Dr. F. Kötter, S., Annenstrasse 1.
94. „ Prof. Dr. F. Kohlrausch, Charlottenburg, Marchstrasse 25B.
95. „ Prof. Dr. M. Koppe, O., Königsbergerstrasse 16.
96. „ Prof. Dr. G. Krech, S., Brandenburgstrasse 43.
97. „ Prof. Dr. V. Kremser, NW., Spenerstrasse 34.
98. „ Dr. H. Kreusler, NW., Reichstagsufer 7/8.
99. „ Prof. Dr. O. Krigar-Menzel, W., Siegismundstrasse 3.
100. „ Prof. Dr. F. Kurlbaum, W., Meinekestrasse 5.
101. „ Prof. Dr. E. Lampe, W., Fasanenstrasse 82.
102. „ Prof. Dr. H. Landolt, NW., Albrechtstrasse 14.
103. „ Dr. G. Langbein, Charlottenburg, Schillerstrasse 119.
104. „ Prof. Dr. J. Lange, NO., Elisabethstrasse 57/58.
105. „ Dr. W. Leick, Gross-Lichterfelde, Chausseestrasse 109B.
106. „ G. Leithäuser, NW., Reichstagsufer 7/8.
107. „ Dr. E. Less, NW., Bachstrasse 11.
108. „ Dr. L. Levy, W., Blumenthalstrasse 17.
109. „ C. Liebenow, W., Fasanenstasse 51.
110. „ Prof. Dr. O. Liebreich, NW., Neustädtische Kirchstrasse 9.
111. „ Prof. Dr. St. Lindeck, Charlottenburg, Goethestrasse 77.
112. „ Prof. Dr. E. Loew, SW., Grossbeerenstrasse 67.
113. „ Prof. Dr. O. Lummer, W., Nürnbergerplatz 1.
114. „ Dr. A. Mahlke, SW., Möckernstrasse 116.
115. „ Dr. F. F. Martens, NW., Reichstagsufer 7/8.
116. „ Dr. O. Martienssen, W., Kurfürstendamm 26.
117. „ Capitän z. See a. D. Mensing, W., Kurfürstenstrasse 99.
118. „ Reg.-Rat Dr. E. Meyer, Friedenau, Wielandstrasse 10.
119. „ Dr. M. W. Meyer, Charlottenburg, Grolmannstrasse 36.
120. „ Edgar Meyer, NW., Reichstagsufer 7/8.
121. „ Dr. C. Michaelis, Potsdam, Schützenplatz 1c.
122. „ Dr. Michaelis, W., Kurfürstenstrasse 149.

123. Herr Ministerialdirector a. D. Dr. P. Micke, W., Kleiststrasse 15.
124. „ Prof. Dr. Miethe, Charlottenburg, Techn. Hochschule.
125. „ E. Müller, S., Rossstrasse 7.
126. „ Dr. R. Müller, SW., Blücherstrasse 35.
127. „ Prof. Dr. H. Munk, W., Matthäikirchstrasse 4.
128. „ Dr. R. Nahrwold, C., Niederwallstrasse 12.
129. „ Prof. Dr. F. Neesen, W., Ansbacherstrasse 31.
130. „ Prof. Dr. A. Paalzow, W., Wilhelmstrasse 50.
131. „ M. von Pirani, Charlottenburg, Carmerstrasse 1.
132. „ Prof. Dr. M. Planck, W., Achenbachstrasse 1.
133. „ Prof. Dr. F. Poske, Schöneberg, Hauffstrasse 2.
134. „ Prof. Dr. E. Pringsheim, NW., Flensburgerstrasse 14.
135. „ Prof. Dr. A. Raps, SW., Yorkstrasse 66.
136. „ Prof. Dr. O. Reichel, Charlottenburg, Bismarckstrasse 126.
137. „ Dr. ing. H. Reissner, W., Rankestrasse 22.
138. „ Dr. L. Rellstab, Schöneberg, Neue Culmstrasse 5a.
139. „ Dr. E. Richter, Charlottenburg, Knesebeckstrasse 90.
140. „ Dr. H. Rohrbeck, NW., Karlstrasse 24.
141. „ Prof Dr. O. Rosenbach, W., Victoriastrasse 20.
142. „ Prof. Dr. H. Rubens, W., Knesebeckstrasse 29.
143. „ Dr. Schafheitlin, W., Schaperstrasse 17.
144. „ Dr. Karl Scheel, Wilmersdorf, Güntzelstrasse 43.
145. „ Dr. R. Schelske, NW., Beethovenstrasse 3.
146. „ Dr. E. Schenck, Charlottenburg, Kantstrasse 27.
147. „ Prof. M. Schlegel, W., Bellevuestrasse 15.
148. „ Dr. Erich Schmidt, W., Pariserstrasse 9.
149. „ Dr. O. Schönrock, NW., Jagowstrasse 10.
150. „ Prof. Dr. P. Scholz, Steglitz, Fichtestrasse 34.
151. „ Dr. R. Scholz, Charlottenburg, Luisenplatz 3.
152. „ Prof. F. Schotte, SW., Grossbeerenstrasse 27a.
153. „ Dr. W. Schuler, NW., Calvinstrasse 22.
154. „ Dr. G. Schwalbe, Charlottenburg, Bismarckstrasse 114.
155. „ Reg.-R. a. D. R. Seebold, Charlottenburg, Fasanenstrasse 13.
156. „ Frhr. v. Seherr-Thoss, W., Hohenzollernstrasse 16.
157. „ Prof. Dr. G. Sieben, Gross-Lichterfelde, Sternstrasse 9.
158. „ Prof. Dr. A. Siebert, Gross-Lichterfelde, Bellevuestrasse 30.
159. „ Wilh. v. Siemens, W., Thiergartenstrasse 10.
160. „ Dr. S. Simon, Charlottenburg, Spreestrasse 43.
161. „ Prof. Dr. W. Sklarek, W., Landgrafenstrasse 7.
162. „ Prof. Dr. A. Slaby, Charlottenburg, Sophienstrasse 4.
163. „ Dr. Starck, N., Kesselstrasse 32.
164. „ Dr. H. Starke, NW., Reichstagsufer 7/8.
165. „ O. Steffens, N., Kesselstrasse 25.
166. „ Dr. H. v. Steinwehr, Charlottenburg, Marchstrasse 25.
167. „ Dr. K. Stelzner, Charlottenburg, Schillerstrasse 111.
168. „ Dr. K. Stoeckl, NW., Schiffbauerdamm 29, Gartenhaus.

169. Herr Prof. Dr. K. STRECKER, W., Keithstrasse 20.
170. „ Schulamtskandidat THEEL, Gross-Lichterfelde, Ringstrasse 58.
171. „ Prof. Dr. M. THIESEN, Friedrichshagen, Ahorn-Allee 10.
172. „ Prof. Dr. J. TRAUBE, W., Potsdamerstrasse 50.
173. „ Prof. Dr. E. WARBURG, NW., Neue Wilhelmstrasse 16.
174. „ Reg.-Rat Dr. C. L. WEBER, SW., Yorkstrasse 19.
175. „ Prof. Dr. W. WEDDING, Gross-Lichterfelde, Wilhelmstrasse 2.
176. „ Prof. Dr. B. WEINSTEIN, Charlottenburg, Kantstrasse 148.
177. „ Dr. K. VON WESENDONCK, NW., Moltkestrasse 2.
178. „ J. WEST, SW., Halleschestrasse 20.
179. „ Prof. Dr. H. F. WIEBE, Charlottenburg, Goethestrasse 87.
180. „ Prof. Dr. W. WOLFF, W., Fasanenstrasse 78.
181. „ Dr. B. A. WORINGER, Grunewald, Hagenstrasse 3.
182. „ R. WURTZEL, NW., Philippstrasse 6.
183. Versuchsabteilung der Verkehrstruppen, W., Wilhelmstrasse 101.

B. Auswärtige Mitglieder.

184. Herr Prof. Dr. R. ABEGG, Breslau, Kaiser Wilhelmstrasse 70.
185. „ Dr. M. ABRAHAM, Göttingen, Nicolausbergerweg 17.
186. „ A. ACKERMANN-TEUBNER, Leipzig, Poststrasse 3.
187. „ Prof. Dr. K. ÅNGSTRÖM, Upsala.
188. „ Dr. E. VAN AUBEL, Gent, chaussée de Courtrai 130.
189. „ Prof. Dr. F. AUERBACH, Jena.
190. „ Dr. U. BEHN, Frankfurt a. M., Sachsenlager 13.
191. „ Dr. O. BERG, Greifswald, Rossmarkt 8.
192. „ Dr. G. BERTHOLD, Ronsdorf.
193. „ Dr. F. BIDLINGMAIER, Potsdam, Meteor.-Magn. Observatorium.
194. „ Prof. Dr. H. DU BOIS, Utrecht, Universität.
195. „ Prof. Dr. L. BOLTZMANN, Wien XXVI/1, Haizingergasse 26.
196. „ Prof. Dr. F. BRAUN, Strassburg i. E., Physik. Institut.
197. „ Prof. Dr. H. BRUNS, Leipzig, Stephanstrasse 8.
198. „ Prof. Dr. F. BURCKHARDT, Basel.
199. „ Prof. Dr. O. CHWOLSON, St. Petersburg, Universität.
200. „ Dr A. COEHN, Göttingen, Obere Karspüle 16a.
201. „ Prof. Dr. E. COHN, Strassburg i. E., Schweighauserstrasse 19.
202. „ Dr. S. CZAPSKI, Jena.
203. „ Dr. A. DAHMS, Leipzig, Thalstrasse 35.
204. „ Dr. A. DAY, Washington, DC. US. Geologial Survey.
205. „ Prof. Dr. C. DIETERICI, Hannover, Techn. Hochschule.
206. „ Prof. Dr. E. DORN, Halle a. S., Paradeplatz 7.
207. „ Dr. DRECKER, Aachen, Lousbergstrasse 26.
208. „ Prof. Dr. P. DRUDE, Giessen, Nahrungsberg 8.
209. „ Prof. Dr. E. v. DRYGALSKI,
210. „ Prof. H. DUFOUR, Lausanne, Universität.
211. „ Prof. Dr. H. EBERT, München, Techn. Hochschule.
212. „ Dr. J. EDLER, Potsdam, Leipzigerstrasse 9a.

213. Herr Prof. Dr. J. Elster, Wolfenbüttel, Lessingstrasse 7.
214. „ Dr. R. Emden, München, Techn. Hochschule.
215. „ Dr. K. Fischer, München-Solln Nr. 17.
216. „ Prof. Dr. C. Fromme, Giessen.
217. „ Prof. Dr. J. Gad, Prag.
218. „ Dr. H. Gaedecke, München, Bayerstrasse 88.
219. „ Dr. A. Galle, Potsdam, Geodät. Institut.
220. „ Prof. H. Geitel, Wolfenbüttel.
221. „ Dr. J. Ritter von Geitler, Prag, II, 1594 Physik. Institut.
222. „ Prof. Dr. D. Goldhammer, Kasan.
223. „ Prof. Dr. L. Grätz, München, Arcisstrasse 8.
224. „ Oberlehrer E. Grimsehl, Hamburg, Wagnerstrasse 74.
225. „ Prof. Dr. O. Grotrian, Aachen, Theresienstrasse 13.
226. „ Prof. Dr. G. Gruss, Smichow bei Prag.
227. „ Prof. Dr. S. Günther, München, Akademiestrasse 5.
228. „ Dr. S. Guggenheimer, Nürnberg, Kaiserstrasse 23.
229. „ Director L. Hacker, Brandenburg a/H.
230. „ Dr. A. Hagenbach, Bonn, Physik. Institut.
231. „ Prof. Dr. E. Hagenbach-Bischoff, Basel.
232. „ Prof. Dr. W. Hallwachs, Dresden-Altstadt, Münchenerstr. 2.
233. „ Prof. Dr. Hermann Hammerl, Innsbruck.
234. „ H. Hauswaldt, Magdeburg-Neustadt.
235. „ Dr. Hecker, Potsdam, Geodät. Institut.
236. „ Prof. Dr. A. Heydweiller, Münster i. W., Physik. Institut.
237. „ Prof. Dr. F. Himstedt, Freiburg i. B., Goethestrasse 8.
238. „ Georg Hirzel i. Fa. S. Hirzel, Verlagsbuchhandlung, Leipzig. Königstrasse 2.
239. „ Prof. Dr. D. Hurmuzescu, Jassy.
240. „ Prof. Dr. Georg W. A. Kahlbaum, Basel.
241. „ Dr. W. Kaufmann, Göttingen, Physik. Institut.
242. „ Prof. Dr. H. Kayser, Bonn.
243. „ Dr. H. Kellner, Scientific Director of the Spencer Lens Co. Buffalo N.Y. 367/373 Seventh Street.
244. „ Prof. Dr. J. Kiessling, Hamburg.
245. „ Prof. Dr. L. v. Klecki, Krakau, Karmelickastrasse 44.
246. „ Prof. Dr. F. Klein, Göttingen.
247. „ Dr. O. Knoblauch, München, Haydnstrasse 8.
248. „ Prof. Dr. K. R. Koch, Stuttgart, Techn. Hochschule.
249. „ Prof. Dr. W. König, Greifswald, Physik. Institut.
250. „ Dr. J. Königsberger, Freiburg i. B., Physik. Institut.
251. „ Prof. Dr. W. Kohlrausch, Hannover, Techn. Hochschule.
252. „ Dr. A. Korn, München, Hohenzollernstrasse 1a.
253. „ C. Krall, Elberfeld, Roonstrasse 54.
254. „ Prof. Dr. H. Kronecker, Bern.
255. „ Dr. H. Krüss, Hamburg, Adolfsbrücke 7.
256. „ Dr. Kühnen, Potsdam, Geodät. Institut.

257. Herr Prof. Dr. V. von Lang, Wien, IX. Türkenstrasse 3.
258. „ Prof. Dr. E. Lecher, Prag II 1594, Physik. Institut.
259. „ Prof. Dr. O. Lehmann, Karlsruhe, Techn. Hochschule.
260. „ Dr. A. Lessing, Göttingen, Walkmühlenweg 27.
261. „ Prof. Dr. Th. Liebisch, Göttingen, Wilhelm-Weberstr. 17.
262. „ Prof. Dr. C. Linde, Thalkirchen bei München.
263. „ Dr. A. Lindemann, Güstrow i. Mecklenburg, Burgstrasse 7.
264. „ Dr. Fr. Linke, Potsdam, Schwerdtfegerstrasse 5.
265. „ Prof. Dr. H. A. Lorentz, Leiden.
266. „ Dr. Lüdeling, Potsdam, Meteor. Institut.
267. „ Dr. R. Luyken, Potsdam, Französischestrasse 1.
268. „ Prof. Dr. K. Mack, Hohenheim bei Stuttgart.
269. „ Dr. E. Marx, Leipzig, Physik. Institut.
270. „ A. Meiner i. Fa. J. A. Barth, Verlagsbuchandlung, Leipzig, Rossplatz 17.
271. „ Dr. G. Melander, Helsingfors.
272. „ Prof. Dr. G. Meyer, Freiburg i. B., Dreisamstrasse 3.
273. „ Prof. Dr. O. E. Meyer, Breslau, Göppertstrasse 1.
274. „ Prof. Dr. G. Mie, Greifswald, Domstrasse 30.
275. „ Dr. James Moser, Wien VIII/1 Laudongasse 25.
276. „ Prof. Dr. K. von der Mühll, Basel, Universität.
277. „ Prof. Dr. W. Müller-Erzbach, Bremen.
278. „ Prof. Dr. A. Müttrich, Eberswalde.
279. „ Prof. Dr. W. Nernst Göttingen, Herzberger Chaussee 13.
280. „ Prof. Dr. C. Neumann, Leipzig, Querstrasse 10/12.
281. „ Dr. A. Nippoldt, Potsdam, Meteorol.-Magnet. Observatorium.
282. „ Prof. Dr. A. v. Oettingen, Leipzig, Mozartstrasse 1.
283. „ Prof. Dr. W. Ostwald, Leipzig, Linnéstrasse 3.
284. „ Prof. Dr. L. Pfaundler, Graz.
285. „ Dr. A. Pflüger, Bonn, Physik. Institut.
286. „ Prof. Dr. R. Pictet, Berlin N., Wallstrasse 2.
287. „ Prof. Dr. Precht, Hannover, Techn. Hochschule.
288. „ E. Prümm, Braunschweig, Physik. Institut, z. Z. Göttingen, Rennhäuser Chaussee 38.
289. „ Prof. Dr. K. Prytz, Kopenhagen, Falkoneergaardsvej 12.
290. „ Prof. Dr. C. Pulfrich, Jena.
291. „ Prof. Dr. G. Quincke, Heidelberg, Friedrichsbau.
292. „ Prof. Dr. G. Recknagel, Augsburg.
293. „ Dr. W. Reiss, Schloss Könitz (Thüringen).
294. „ Ingenieur Renisch, Essen a. Ruhr.
295. „ Prof. Dr. F. Richarz, Marburg i. H.
296. „ Prof. Dr. E. Riecke, Göttingen.
297. „ Prof. Dr. W. C. Röntgen, München, Physik. Institut.
298. „ Dr. M. v. Rohr, Jena, Wagnergasse 11.
299. „ Prof. Dr. J. Rosenthal, Erlangen.
300. „ Prof. Dr. R. Rühlmann, Döbeln i. Sachs., Kgl. Real-Gymnasium.

301. Herr Prof. Dr. C. Runge, Hannover, Techn. Hochschule.
302. „ Dr. K. Schaum, Marburg.
303. „ Prof. Dr. J. Scheiner, Potsdam, Astrophysikal. Observatorium.
304. „ Dr. R. Schenck, Marburg i. H., Universitätsstrasse.
305. „ Prof. Dr. K. Schering, Darmstadt, Grünerweg 10.
306. „ Prof. Dr. A. Schmidt, Potsdam, Telegraphenberg.
307. „ Prof. Dr. Schubert, Eberswalde, Forstakademie.
308. „ Dr. A. Schulze, Marburg i. H.
309. „ Dr. H. Siedentopf, Jena, Oberer Löbdergraben 11.
310. „ Prof. Dr. P. Silow, Warschau, Universität.
311. „ Prof. Dr. H. Th. Simon, Göttingen.
312. „ Dr. P. Spies, Potsdam, Waisenstrasse 36.
313. „ Prof. Dr. A. Sprung, Potsdam, Meteorol.-Magnet. Observ.
314. „ Dr. Joh. Stark, Göttingen, Herzberger Chaussee 19.
315. „ Dr. R. Straubel, Jena, Beethovenstrasse 2.
316. „ Prof. Dr. V. Strouhal, Prag, Clementinum.
317. „ Dr. R. Süring, Potsdam, Meteorol.-Magnet. Observatorium.
318. „ B. Tepelmann, Braunschweig, vor der Burg 18.
319. „ S. Tereschin, Petersburg, Nicolaewskaya 40.
320. „ Dr. M. Toepler, Dresden-A., Reichenbachstrasse 9.
321. „ Prof. Dr. W. von Uljanin, Kasan.
322. „ Dr. Usener, Kiel, Muhliusstrasse 5.
323. „ Dr. Henri Veillon, Basel, Eulerstrasse 27.
324. „ Dr. Fr. Vettin, Dessau, Antoinettenstrasse 14.
325. „ Prof. Dr. H. C. Vogel, Potsdam, Astrophysik. Observat.
326. „ Prof. Dr. W. Voigt, Göttingen.
327. „ Prof. Dr. P. Volkmann, Königsberg i. Pr.-Tragheim, Kirchenstr. 11.
328. „ Prof. Dr. A. Voller, Hamburg, Physik. Staatslaboratorium.
329. „ Prof. Dr. R. Wachsmuth, Rostock, Prinzenstrasse 4.
330. „ Prof. Dr. H. Weber, Braunschweig, Techn. Hochschule.
331. „ Prof. Dr. H. F. Weber, Zürich, Techn. Hochschule.
332. „ Prof. Dr. L. Weber, Kiel, Physik. Institut.
333. „ Dr. A. Wehnelt, Erlangen, Luitpoldstrasse 6.
334. „ Prof. Dr. E. Wiechert, Göttingen.
335. „ Prof. Dr. E. Wiedemann, Erlangen.
336. „ Prof. Dr. M. Wien, Aachen, Techn. Hochschule.
337. „ Prof. Dr. W. Wien, Würzburg, Physik. Institut.
338. „ Prof. Dr. O. Wiener, Leipzig, Thalstrasse 35.
339. „ Prof. Dr. J. Wilsing, Potsdam, Astrophysikal. Observatorium.
340. „ Prof. Dr. A. Winkelmann, Jena.
341. „ Dr. Wright, Wien III. Apostelgasse.
342. „ Prof. Dr. A. Wüllner, Aachen, Techn. Hochschule.
343. „ Prof. Dr. W. v. Zahn, Leipzig-Plagwitz, Carl-Heinestrasse 33.
344. „ Dr. Ziegler, Dresden, Techn. Hochschule.
345. Die mathem.-physik. Sammlung des bayrischen Staates (Director: Mechaniker W. Ginz, Findlingstrasse in München).
346. Das Physik. Institut der Universität Leipzig.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Die

Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt

von der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik

Richard Assmann — Kosmische Physik

1. Jahrgang 1902

Braunschweig

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn

1902

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. — 15. Januar 1902. — Nr. 1.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Zur Einführung.

Die Schnelligkeit der Berichterstattung durch die seit dem Jahre 1847 erscheinenden „Fortschritte der Physik" ist dank den erfolgreichen Bemühungen unserer Herren Redacteure in den letzten Jahren erheblich gesteigert worden und hat zur Zeit wohl die Grenze des Möglichen erreicht, indem die Besprechung der Publicationen eines Jahres bereits in der ersten Hälfte des folgenden gebracht wird.

Doch ist dadurch das Bedürfniss der Berichterstattung besonders für den Physiker, welchem daran gelegen ist, von den seine Arbeitsgebiete betreffenden Publicationen sofort und bequem Kenntniss zu erhalten, noch nicht völlig gedeckt.

Diesem Mangel soll das hiermit in die Oeffentlichkeit tretende „Halbmonatliche Litteraturverzeichniss" abhelfen; es wird die bisher oft viele Monate ungenutzt gebliebenen redactionellen Vorarbeiten zum Jahresbericht, ganz wie in diesem nach Materien angeordnet, am 1. und 15. jeden Monats zusammenfassen und somit als eine Art Vorläufer zu den auch fernerhin in der ersten Hälfte eines jeden Jahres zur Ausgabe gelangenden „Fortschritten der Physik" erscheinen.

Die Herren Autoren werden gebeten, ihre Publicationen mit der Bezeichnung „Für die Deutsche Physikalische Gesellschaft" an die Verlagsbuchhandlung von Friedr. Vieweg & Sohn einzusenden; die Redaction wird dann für deren schleunigste Aufnahme in das Halbmonatsverzeichniss sorgen.

Berlin, im Januar 1902.

Der Vorstand der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

Luigi Angeli. Fisica. Parte II: Acustica, ottica, elettricità e magnetismo. 1 ed., 134 S. Livorno 1902.

M. Chassagny. Cours élémentaire de Physique. Paris 1901.

S. Günther. Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Astronomie, Geologie, Mineralogie und Geographie) im 19. Jahrhundert. 992 S. Berlin 1901.

Walter Guttmann. Grundriss der Physik für Studirende, besonders für Mediciner und Pharmaceuten. 2. Aufl., IV und 144 S. Leipzig, G. Thieme, 1901.

Johann Kleiber. Lehrbuch der Physik für humanistische Gymnasien. VIII und 240 S. München, R. Oldenbourg, 1901.

Konr. Kraus. Grundriss der Naturlehre 3. Mechanik, Akustik, Optik, 2. Aufl., 180 S. Wien, A. Pichler's Wwe. u. Sohn, 1902.

C. H. Lees and **A. Schuster.** Advanced Exercises in practical Physics. X und 368 S. Cambridge. C. J. Clay, 1901.

J. H. Leonard. A First Course of Practical Science. XII u. 138 S. London, John Murray, 1901.

R. Waeber. Leitfaden für den Unterricht in der Physik, nach methodischer Grundlage bearbeitet. 12. Aufl., 130 S. Leipzig, F. Hirt u. Sohn, 1901.

— — Lehrbuch für den Unterricht in der Physik, mit Berücksichtigung der praktischen Technologie und Meteorologie. 12. Aufl., 318 S. Leipzig, F. Hirt u. Sohn, 1901.

Karl T. Fischer. Der naturwissenschaftliche Unterricht in England, insbesondere in Physik und Chemie. VIII u. 94 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1901.

T. C. Mendenhall. Henry Augustus Rowland. Science (N. S.) **14**, 865—877, 1901.

W. Weiler. Einige absolute Maasseinheiten. An der Wende des Jahrhunderts, S. 44—50. Esslingen 1901.

Haage. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie und die Physik im 19. Jahrhundert, Vortrag. An der Wende des Jahrhunderts, S. 291—321, 1901.

Th. Gross. Kritische Beiträge zur Energetik 1. Die Verwandlungen der Kraft 64 S. Berlin, M. Krayn, 1901.

Leonhard Weber. Physikalische Rückblicke. ZS. d. Ver. D Ing. **45**, 1285—1289, 1901.

1b. Maass und Messen.

T. C. Hudson. A new method of interpolation. Month. Not. Roy. Astron. Soc. **62**, 17—20, 1901.

C. Chree. Applications of elastic solids to metrology. Phil. Mag (6) **2**, 532—559, 594—616, 1901.

E. Salvioni. Misura di masse comprese fra gr. 10^{-1} e gr. 10^{-6} (Mesure de masses comprises entre 10^{-1} gr. et 10^{-6} gr.). Atti della R. Acc. Peloritana **17**, 1901. [Journ. de phys. (3) **10**, 761, 1901.

A. Lafay. Sur l'application de la chambre claire de Govi à la construction d'un comparateur pour règles étalons à bouts. C. R. **133**, 867—869, 1901.
A. Lafay. Sur un application de la chambre claire de Govi à la réalisation d'un appareil vérificateur des règles et des plans. C. R. **133**, 920—921, 1901.
R. Proell. Ein Rechenschieber in Tafelform. D. Mech.-Ztg. 1901, 213—215.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

M. Kohl. Transportabler Apparat für Cavendish's Versuch über Massenanziehung. ZS. f. Unterr. **14**, 381—382, 1901. ZS. f. Instrk. **21**, 328—330, 1901.
H. Hartl. Ein Apparat zur Lehre von den Drehmomenten und den Bedingungen des Gleichgewichts. ZS. f. Unterr. **14**, 321—326, 1901.
H. Hartl. Neue Aufsätze zur Schwungmaschine. ZS. f. Unterr. **14**, 326—330, 1901.
E. Salvioni. Un esperienza per dimostrare il decrescere della pressione atmosferica con l'altezza (Expérience pour démontrer le décroissement de la pression atmosphérique avec l'altitude). Atti della R. Acc. Peloritana **17**, 1901. [Journ. de phys. (3) **10**, 762, 1901.
H. Rebenstorff. Versuche zur Lehre vom Barometer. ZS. f. Unterr. **14**, 339—344, 1901.
J. Kleiber. Ein neues Hebermodell. ZS. f. Unterr. **14**, 346—348, 1901.
H. Hahn-Machenheimer. Die Geryk-Luftpumpe, Patent Fleuss. ZS. f. Unterr. **14**, 285, 1901. [D. Mech.-Ztg. 1901, 205—207.
H. Rabe. Das Vergleichsmanometer. ZS. f. angew. Chem. **14**, 950, 1901.
J. Zakrzewski. Ein Apparat zur Demonstration der Gas- und Dampfgesetze bei Vorlesungen. ZS. f. Unterr. **14**, 348—349, 1901.
D. Carnegie. A curious flame. Nature **65**, 54, 1901.
E. Mameli und **M. Comella.** Ueber ein Phänomen, das man bei der Umkehrung der Flamme beobachtet. Gazz. chim. ital. **31**, II, 255, 1901. [Chem. Centralbl. 1901, **2**, 1200.
K. Berndt. Einfacher Versuch zur sphärischen Abweichung bei Sammellinsen. ZS. f. Unterr. **14**, 352, 1901.
M. Dennstedt. Ein einfaches Vorlesungsthermoskop. ZS. f. Unterr. **14**, 344—346, 1901.
H. Rebenstorff. Dampfdruck von Aether. ZS. f. Unterr. **14**, 352, 1901.
Adami. Ein elektrisches Paradoxon. ZS. f. Unterr. **14**, 349—350, 1901.
M. Rusch. Vertheilungswiderstände für Starkstromleitungen. ZS. f. Unterr. **14**, 350—351, 1901.
E. Reimerdes. Eine neue Ablesevorrichtung mit Nonius für das auf dem Glasrohr getheilte Quecksilberbarometer mit constantem Nullpunkt von A. Haak. D. Mech.-Ztg. 1901, 207—208.
Eduard Jordis. Eine Scalenbeleuchtung für Analysenwagen. ZS. f. angew. Chem. **14**, 516, 1901.
Elektrische Scalenbeleuchtungslampe. Elektrot. ZS. **22**, 1033, 1901.
Kalte chemische Vergoldung des Glases; warme chemische Vergoldung und Versilberung des Porcellans, der Fayence und des Glases. Bayr. Ind. u. Gewerbebl. **33**, 149, 1901. [D. Mech.-Ztg. 1901, 207.

2. Dichte.

E. Dumesnil. Sur une méthode de détermination de la densité des corps solides applicable à l'étude des précipités. Thèse 92 S. Lons-le-Saumier, 1901.
W. Ramsay. An experiment on hydrostatic pressure. Arch. Néerl. (2) **6**, 349—351, 1901.
J. Vanderplancken. Aréomètre pour l'essai Reichert-Meissl. Bull. Assoc. belge chim. **15**, 176, 1901. [Bull. soc. chim. (3) **26**, 990, 1901.

H. T. Barnes. Das specifische Gewicht des Eisens. Phys. Rev. 13, 55, 1901. [Phys. ZS. 3, 81—82, 1901.

N. Gribben. Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Flüssigkeiten mittels einer Mikrometerschraube. Engl. Mech. 71, 165, 1900. [D. Mech.-Ztg. 1901, 209.

8. Physikalische Chemie.

P. Hellström. Ueber die Entstehung der Elemente. ZS. f. anorg. Chem. 29, 95—106, 1901.

M. W. Travers. Experimental Study of Gases. Account of Methods involved in determination of Properties of Gases and of more important Researches connected with the subject. 338 S. London, Macmillan, 1901.

H. Ramage. A Comparative Study of the Spectra Densities and Melting Points of some Groups of Elements and of the Relation of Properties to Atomic Mass. Roy. Soc. London, 21. Novbr. 1901. [Nature 65, 140—141, 1901.

A. Ludwig. Die directe Umwandlung der Kohle in Diamant. Die Umkehrung des Pepys'schen Versuches. Chem.-Ztg. 25, 979—980, 1901. [Chem. Centralbl. 1901, 2, 1296.

A. Ladenburg. Ueber Ozonbildung. Chem. Ber. 34, 3849—3851, 1901.

J. Koster und **S. J. Stork.** Die Identität des rothen und des gelben Quecksilberoxyds. Rec. trav. chim. Pays-Bas 20, 394—397, 1901. [Chem. Centralbl. 1901, 2, 1229.

G. Guglielmo. Intorno ad alcuni nuovi metodi per determinare il pero moleculare dei corpi in soluzione diluita. Lincei Rend. (5) 10 [2], 232—239, 1901.

G. Oddo. Bestimmung des Moleculargewichts mit der ebullioskopischen Methode in flüchtigen Substanzen. Verhalten des Jods und einiger anorganischer Chloranhydride. Gazz. chim. ital. 31, II, 222—243, 1901. [Chem. Centralbl. 1901, 2, 1194—1195.

H. Biltz und **G. Preuner.** Gasdichtebestimmungen des Schwefels nach dem Dumas'schen Verfahren. ZS. f. phys. Chem. 39, 323—341, 1901.

Ch. Malus. Recherches sur la viscosité du soufre. Ann. chim. phys. (7) 24, 491—574, 1901.

R. Schenck. Ueber das Schwefeltrioxyd. Ann. Chem. 316, 1—17. [ZS. f. anorg. Chem. 29, 170, 1901.

F. Goldschmidt. Physikalisch-chemische Studien an wässerigen Ammoniaklösungen. 49 S. Breslau 1901.

F. K. Cameron and **L. J. Briggs.** Equilibrium between carbonates and bicarbonates in aqueous solution. Journ. phys. chem. 5, 537—555, 1901.

J. Koppel. Alkoholhaltige Chromihalogenverbindungen. ZS. f. anorg. Chem. 28, 461—473, 1901.

A. Bromer. Bestimmung einiger Refractionsäquivalente. Wien. Ber. 110 [2a], 929—946, 1901.

V. Henri. Ueber das Gesetz der Wirkung des Invertins. ZS. f. phys. Chem. 39, 194—216, 1901.

F. W. Hinrichsen. Zur Theorie der ungesättigten Verbindungen. ZS. f. phys. Chem. 39, 304—310, 1901.

M. Centnerszwer. Ueber lösende und dissociirende Eigenschaften des flüssigen Cyans und des flüssigen Cyanwasserstoffs. ZS. f. phys. Chem. 39, 217—224, 1901.

J. Matuschek. Praktische und theoretische Bedeutung der Studien über niedere und extrem niedere Temperaturen. 19 S. Trautenau 1901.

W. Spring. La pression comme supplément de la température dans le phénomène de l'inflammation. Arch. Néerl. (2) 6, 256—261, 1901.

Walther Hempel. Methode zur Heizwerthbestimmung der Gase. ZS. f. angew. Chem. 14, 713—716, 1901.

3a. Krystallographie.

J. A. Ewing and **W. Rosenhain.** The Crystalline Structure of Metals. Phil. Trans. (A.) 195, 279—301, 1901.

4. Mechanik.

W. J. Dobbs. A Treatise on Elementary Statics for the use of Schools and Colleges. XI u. 311 S. London, A. and E. Black, 1901.
G. Darboux. Sur un problème de mécanique. Arch. Néerl. (2) 6, 371—376, 1901.
V. A. Julius. Sur le mouvement absolu. Arch. Néerl. (2) 6, 285—286, 1901.
C. Stéphanos. Remarques sur la théorie des forces centrales. Arch. d. Math. 2, 147—152, 1901.
P. H. Schonte. Sur la réduction d'un système quelconque de forces dans l'espace r_n à n dimensions. Arch. Néerl. (2) 6, 193—196, 1901.
H. Poincaré. Sur la Stabilité de l'Equilibre des Figures Pyriformes affectées par une Masse Fluide en Rotation. Proc. Roy. Soc. 64, 148—149, 1901.
R. Lehmann-Filhés. Analytische Ableitung des Satzes vom Parallelogramm der Kräfte. Arch. d. Math. 2, 124—128, 1901.
F. Richarz und **P. Schulze.** Ueber asymmetrische Schwingungen um eine Lage stabilen Gleichgewichts. Arch. Néerl. (2) 6, 693—713, 1901.
J. C. Kluyver. Le théorème de puiseux sur le pendule sphérique. Arch. Néerl. (2) 6, 162—169, 1901.
H. Gerstmann. Eine Methode zur Bestimmung der Veränderung der Erdschwere. Das Weltall 2, 12—14, 1901.
F. Cajori. The unexplained southerly deviation of falling bodies. Science (N. S.) 14, 853—855, 1901.
F. T. Trouton. Effect depending on the relative motion of the earth and ether. Roy. Dublin Soc., 20. Novbr. 1901. Nature 65, 142, 1901.

5. Hydromechanik.

D. J. Korteweg. Sur la forme que prennent les équations du mouvement des fluides si l'on tient compte des forces capillaires causées par des variations de densité considérables mais continues et sur la théorie de la capillarité dans l'hypothèse d'une variation continue de la densité. Arch. Néerl. (2) 6, 1—24, 1901.
P. Jaerisch. Transformation der Kirchhoff'schen Gleichungen und Integration derselben für Kreiscylindercoordinaten. Mitth. math. Ges. Hamburg 4, 11—33, 1901.
A. Fliegner. Der Druck in der Mündungsebene beim Ausströmen elastischer Flüssigkeiten. Vierteljahrschr. Naturf.-Ges. Zürich, 47, 1—22, 1902.
Ahlborn. Ueber den Widerstand flüssiger Medien. 73. Naturf.-Vers., Hamburg 1901. [Naturw. Rundsch. 16, 595, 1901. Phys. ZS. 3, 120—124, 1901.

6. Aeromechanik.

Lord **Rayleigh.** On a new Manometer, and on the Law of the Pressure of Gases between 1—5 and 0,01 Millimetres of Mercury. Phil. Trans. (A.) 196, 205—223, 1901.
H. F. Wiebe und **P. Hebe.** Ueber das Verhalten der Aneroide bei tiefen Temperaturen. ZS. f. Instrk. 21, 331—333, 1901.
J. A. F. Aspinall. Train resistance. Electrician 48, 259—260, 1901.
J. E. Petavel. On the measurement of High Explosive Pressures. Nature 65, 119, 1901.
A. Indra. Die wahre Gestalt der Spannungscurve. Experimentelle Untersuchungen über die Spannungsverhältnisse der Pulvergase in Geschützrohren. Mitth. Artill.-Wes. Wien, X u. 310 S., 1901.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

M. Hadamard. Theory of Elastic Plates. Amer. Phys. Soc. [Science (N. S.) 14, 848, 1901.

F. Purser. On the application of Bessel's functions in the theory of elasticity. Nature 65, 95, 1901.

A. Francke. Die Tragkraft der Säulen bei veränderlichem Querschnitt. ZS. f. Math. 46, 419—434, 1901.

R. Reiger. Innere Reibung plastischer und fester Körper. 55 S. Erlangen 1901.

W. Cassie. The measurement of Young's Modulus. Chem. News 84, 267, 1901.

J. R. Benton. Effect of drawing on the elasticity of copper wire. Phys. Rev. 13, 234—245, 1901.

H. E. Wimperis. Méthode de détermination de la résistance à la traction. L'éclair. électr. 29, 330—334, 1901.

7b. Capillarität.

A. P. Grusinsew. Theorie der Capillarität und Hydrostatik. ZS. f. Math. 46, 457—470, 1901.

G. Bakker. La constante capillaire de Laplace. Arch. Néerl. (2) 6, 758—764, 1901.

W. H. Whatmongh. Eine neue Methode zur Bestimmung von Oberflächenspannungen von Flüssigkeiten. ZS. f. phys. Chem. 39, 129—193, 1901.

7c. Lösungen.

J. H. van 't Hoff. Ueber das Auskrystallisiren complexer Salzlösungen bei constanter Temperatur unter besonderer Berücksichtigung der natürlichen Salzvorkommnisse. ZS. f. angew. Chem. 14, 531—537, 1901.

J. H. van 't Hoff. La formation de l'anhydrite naturelle et le rôle du temps dans les transformations chimiques. Arch. Néerl. (2) 6, 471—489, 1901.

J. E. Enklaar. Influence des acides sur la solubilité des sels à ion de même nom. R. tr. ch. P.-B. 20, 183—198, 1901. Bull. soc. chim. (3) 26, 961, 1901.

G. Doyer et van Cleeff. Démonstration de l'action de sels normaux sur des solutions qui contiennent des ions hydroxyles. R. tr. ch. P.-B. 20, 198—206, 1901. Bull. soc. chim. (3) 26, 961—962, 1901.

J. J. van Laar. Ueber einen Aufsatz des Herrn Schükarew. ZS. f. phys. Chem. 39, 342—344, 1901.

F. K. Cameron. Solubility of gypsum in aqueous solutions of sodium chloride. Journ. phys. chem. 5, 556—576, 1901.

P. Walden und M. Centnerszwer. Flüssiges Schwefeldioxyd als Lösungsmittel. Bull. de Pét. (5) 15, 17—119, 1901. [ZS. f. Elektrochem. 7, 1076—1077, 1901.

P. F. Frankland and C. R. Farmer. Liquid Nitrogen Peroxyde as a Solvent. Journ. Chem. Soc. 79, 1356—1373, 1901. Proc. Chem. Soc. 17, 201, 1901.

Ed. Fouché. Acétylène dissous. Soc. franç. de Phys. Nr. 171, 1—6, 1901.

7d. Diffusion.

J. S. Townsend. The Diffusion of Ions produced in Air by the Action of a Radio-active Substance, Ultra-violet Light and Point Discharges. Phil. Trans. (A.) 195, 259—278, 1901.

L. Natanson. Ueber die Gesetze diffusionsartiger Vorgänge. Krakauer Anz. 1901, 335—348.
C. H. Wind. Eine Gleichung für den osmotischen Druck in concentrirten Lösungen. Arch. Néerl. (2) 6, 714—726, 1901.
W. Spring. Einige Experimente über die Durchgängigkeit des Thones. Annales de la Soc. géolog. de Belgique 28, 117—127, 1901. [Naturw. Rundsch. 16, 628—629, 1901.

7e. Absorption und Adsorption.

E. Salvioni. Sulla volatilizzatione del muschio. (Sur la volatilisation du musc.) Atti della R. Acc. Peloritana 17, 1901. [Journ. de phys. (3) 10, 762, 1901.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

J. S. Dexter. Elementary Practical Exercises on Sound, Light and Heat. 300 S. London, Longmans, 1901.
A. G. Webster. Experiments upon the audibility of sound over grass and water. Amer. phys. Soc. [Science (N. S.) 14, 848, 1901.
F. L. Tufts. Experiments on the effects of stationary sound waves on unignited gas jets. Amer. Phys. Soc. [Science (N. S.) 14, 848, 1901.
F. L. Tufts. Experiments with the ordinary organ pipe. Amer. Phys. Soc. [Science (N. S.) 14, 848, 1901.
D. van Gulik. Ueber Interferenztöne eines Geräusches. Arch Néerl. (2) 6, 287 - 293, 1901.
E. H. Barton and S. C. Laws. On air-pressures used in Playing Brass Instrument. Phys. Soc. London, 13. December 1901. [Chem. News 84, 302, 1901.
F. M. West. Change of Pitch in certain sounds with Distance. Nature 65, 129, 1901.
B. Zabel. Die singende Bogenlampe. Das Weltall 2, 15—16, 1901.
A. Blondel. Méthode nouvelle pour l'étude de la parole et des courants microphoniques. C. R. 133, 786—789, 1901.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

Rich. Herm. Blochmann. Licht und Wärme. Gemeinfasslich dargestellt. VII u. 272 S. Stuttgart, Strecker und Schröder, 1902.
C. Godfrey. On the Application of Fourier's Double Integrals to Optical Problems. Phil. Trans. (A.) 195, 329—362, 1901.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

H. A. Lorentz. Sur la méthode du miroir tournant pour la détermination de la vitesse de la lumière. Arch. Néerl. (2) 6, 302—313, 1901.
P. G. Nutting. The metallic reflection of ultraviolet radiation. Phys. Rev. 13, 193—202, 1901.
R. Sissingh. Sur quelques propriétés des systèmes de lentilles photographiques. Arch. Néerl. (2) 6, 390—403, 1901.
S. P. Thompson. Some experiments on the zonal aberration of lenses. Arch. Néerl. (2) 6, 747—757, 1901.
F. E. Nipher. Astigmatic images of the bottom of a pool of water. Science (N. S.) 14, 855, 1901.

F. F. Martens. Ueber die Dispersion ultravioletter Strahlen in Flussspath, Sylvin, Steinsalz, Quarz und Kalkspath. Arch. Néerl. (2) 6, 575—580, 1901.

F. J. Micheli. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Dispersion ultravioletter Strahlen in Flussspath, Steinsalz, Quarz und Kalkspath. Arch. Néerl. (2) 6, 634—640, 1901.

L. Puccianti. Dispersione anomala della ossiemoglobina. Cim. (5) 2, 257—264, 1901.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

P. Zeeman. Le pouvoir de résolution d'un spectroscope à échelons. Arch. Néerl. (2) 6, 319—322, 1901.

F. Exner und **E. Haschek.** Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente. XX. Mitth. Wien. Ber. 110 [2a], 964—967, 1901.

W. N. Hartley. An Investigation of the Spectra of Flames resulting from Operations in the Open-hearth and Basic Bessemer Processes. Phil. Trans (A.) 196, 479—506, 1901.

L. Boroschek and **Tufts.** On the absorption of light by some dyes of the fluorescein group. The New York Acad. of Sc., 4. Novbr. 1901. [Science (N. S.) 14, 934, 1901.

B. E. Moore. The absorption spectrum of colloid ferric hydrate. Phys. Rev. 13, 246—249, 1901.

E. Oddone. Sul coefficience medio di trasparenza dell' aria per grandi visuali terrestri. Cim. (5) 2, 264—268, 1901.

13. Photometrie.

F. W. Willcox. Dissymétrie du flux lumineux donné par les lampes à incandescence. American Electrician 13, 513, 1901. L'éclair. électr. 29, 341—342, 1901.

K. Kless. Untersuchungen über die Oekonomie einiger in der Praxis gebräuchlicher Lichtquellen. Verh. Naturw. Ver. Innsbruck 1901, 93—107.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

A. Schmauss. Ueber die Phosphorescenz unter dem Einflusse von Kathodenstrahlen und von ultraviolettem Lichte. Phys. ZS. 3, 85—87, 1901.

W. Voigt. Zur Theorie der Fluorescenzerscheinungen. Arch. Néerl. (2) 6, 352—366, 1901.

Foveau de Courmelles et **G. Trouvé.** Nouveaux appareils d'étude et d'utilisation des diverses radiations lumineuses. Soc. Franç. de Phys. Nr. 172, 4, 1901.

C. Baskerville. Ueber die Existenz eines neuen, mit Thorium vergesellschafteten Elements. Journ. Amer. Chem. Soc. 23, 761—774, 1901. [Chem. Centralbl. 1901, 2, 1145—1146.

K. A. Hofmann und **E. Strauss.** Ueber radioactive Stoffe. Chem. Ber. 34, 3970—3973, 1901.

F. Giesel. Ueber radioactive Stoffe. Chem. Ber. 34, 3772—3776, 1901.

P. Curie et **A. Debierne.** Sur la radio-activité induite provoquée par les sels de radium. C. R. 133, 931—934, 1901.

A. de Hemptinne. Influence des substances radio-actives sur la luminescence. C. R. 133, 934—935, 1901.

E. Aschkinass und **N. Caspari.** Ueber den Einfluss dissociirender Strahlen auf organisirte Substanzen, insbesondere über die bacterienschädigende Wirkung der Becquerelstrahlen. Pflüger's Arch. f. Phys. 86, 603—618, 1901. [Naturw. Rundsch. 16, 656, 1901.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

A. Cornu. Observation spectrale des franges d'interférence. Arch. Néerl. (2) **6**, 593—606, 1901.

E. Goldstein. Ueber das Phänomen der „Fliegenden Schatten". Verh. D. Phys. Ges. **3**, 189—190, 1901.

G. Meslin. Réseaux obtenus par la photographie de franges rigoureusement achromatiques. Journ. de phys. (3) **10**, 750—751, 1901.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

W. Voigt. Magnetische Drehung der Polarisationsebene innerhalb eines Absorptionsstreifens. Ann. d. Phys. (4) **6**, 784—793, 1901.

L. H. Siertsema. Die Dispersion der magnetischen Drehung der Polarisationsebene in Wasser im sichtbaren Spectrum. Arch. Néerl. (2) **6**, 825—833, 1901.

J. B. Cohen and E. E. Whitley. Experiments on the Production of Optically Active Compounds from Inactive Substances. Journ. chem. soc. **79**, 1305—1312, 1901.

G. M. Wilcox. The optical rotatory power of cane sugar when dissolved in pyridine. Journ. phys. chem. **5**, 587—599, 1901.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

A. Cornu. Sur la détermination des paramètres optiques des cristaux par le refractomètre. Expériences diverses sur la double réfraction de l'acide tartrique. Soc. Franç. de Phys. Nr. 172, 2—4, 1901.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

P. V. Bevan. On some phenomena connected with the combination of hydrogen and chlorine under the influence of light. Cambridge Phil. Soc. October 28, 1901. [Nature **65**, 72, 1901.

17. Physiologische Optik.

18. Optische Apparate.

J. Formánek. Verbesserungen am Spectralapparate. ZS. f. anal. Chem. **40**, 729—732, 1901.

O. Lummer. Ein neues Interferenz-Spectroskop. Arch. Néerl. (2) **6**, 773—788, 1901.

M. Cassie. Multiple transmission fixed upon spectroscopes. Phys. Soc., 22. November 1901. [Chem. News **84**, 266—267, 1901.

E. Merritt. On the use of the Arons' mercury lamp. Amer. Phys. Soc. [Science (N. S.) **14**, 848, 1901.

E. Berger. Ein Apparat zur Reliefwahrnehmung einfacher Ansichten. D. Mech.-Ztg. 1901, 201—203.

J. Hartmann. Die elektrische Heizeinrichtung des Potsdamer Sternspectrographen Nr. III. ZS. f. Instrk. **21**, 313—325, 1901.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

R. Mewes. Die Einheit der Naturkräfte in quantitativer und qualitativer Hinsicht. Jungdeutschland, December 1901.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

N. Fischer. Eine Anwendung der Quaternionentheorie auf die thermodynamischen Gleichungen. Crelle's Journ. 124, 93—101, 1901.

J. P. Kuenen. On the law of the constancy of the quantity of heat. Arch. Néerl. (2) 6, 39—46, 1901.

J. H. Jeans and **J. Newton.** The Theoretical Evalution of the Ratio of the Specific Heats of a Gas. Phil. Mag. (6) 2, 638—651, 1901.

K. Schreber. Der Mensch als calorische Maschine und der zweite Hauptsatz. Phys. ZS. 107—109, 1901.

N. Schiller. Zur Thermodynamik ungesättigter Lösungen. Arch. Néerl. (2) 6, 497—549, 1901.

A. G. Webster. An Instrument for the measurement of entropy. Amer. Phys. Soc. [Science (N. S.) 14, 848, 1901.

F. de Boer. Considérations élémentaires relatives à l'influence de la pesanteur sur la distribution de la température dans une masse gazeuse. Arch. Néerl. (2) 6, 641—649, 1901.

E. H. Amagat. Note on the isothermals of fluids and in particular of hydrogen. Phil. Mag. (6) 2, 651—653, 1901.

J. D. van der Waals. Sur une formule exacte exprimant la variation de b avec le volume. Arch. Néerl. (2) 6, 47—54, 1901.

V. Blaess. Darstellung der Meniscusänderungen gesättigt-dampfförmiger Substanzen. Phys. ZS. 3, 115—117, 1901.

F. A. H. Schreinemakers. Die Faltenpunktscurven in ternären Systemen. Arch. Néerl. (2) 6, 170—192, 1901.

J. E. Verschaffelt. Une formule empirique pour les isothermes. Arch. Néerl. (2) 6, 650—656, 1901.

G. Tammann. Das Zustandsdiagramm des Phosphoniumchlorides. Arch. Néerl. (2) 6, 244—256, 1901.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

H. Kamerlingh Onnes. Ueber die Reihenentwickelung für die Zustandsgleichung der Gase und Flüssigkeiten. Arch. Néerl. (2) 6, 874—888, 1901.

M. Planck. Ueber die Vertheilung der Energie zwischen Aether und Materie. Arch. Néerl. (2) 6, 55—66, 1901.

C. J. Kool. Seconde note sur la correction qu'exige l'équation $\Sigma \frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} P V$ a cause du volume que possèdent les molécules. Bull. soc. Vaud. (4) 37, 383—422, 1901.

J. H. Jeans and **J. Newton.** The Distribution of molecular Energy. Phil. Trans (A.) 196, 397—430, 1901.

S. Arrhenius. Zur Kosmogonie. Arch. Néerl. (2) 6, 862—873, 1901.

19d. Technische Anwendungen.

R. H. Thurston. Thermodynamics of the Gas-Engine. Science (N. S.) 14, 859—860, 1901.

A. Fliegner. Zur Theorie der de Laval'schen Dampfturbine. S.-A. 6 S. Schweiz. Bauztg. 38, 1901.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

G. J. W. Bremer. La densité et la dilatation par la chaleur des solutions de chlorure de magnésium. Arch. Néerl. (2) 6, 455—470, 1901.

P. Chappuis. Notes on gas-thermometry. Phys. Soc., 22. Novbr. 1901. Chem. News 84, 267, 1901.

O. Lummer und **E. Pringsheim.** Temperaturbestimmung mit Hülfe der Strahlungsgesetze. 73. Naturf.-Vers. Hambg. 1901. [Phys. ZS. 3, 97—100, 1901.

H. Wanner. Ueber einen Apparat zur photometrischen Messung hoher Temperaturen. Phys. ZS. **3**, 112—114, 1901.
Otto Pfeiffer. Zur Handhabung des Le Chatelier'schen Pyrometers. ZS. f. angew. Chem. **14**, 390—391.
H. Becquerel. Sur une modification dans l'emploi du thermomètre électrique pour la détermination des températures souterraines au Museum d'Histoire naturelle. C. R. **133**, 800—803, 1901.
H. Pellat. Méthode permettant d'évaluer en valeur absolue les très basses températures. C. R. **133**, 921—924, 1901.
H. F. Wiebe. Ueber die Correction für die Scalenausdehnung bei Einschlussthermometern. Arch. Néerl. (2) **6**, 323—332, 1901.
E. Grieshammer. Die Feinkühlung des Glases im Glaswerke Schott u. Gen. in Jena. D. Mech.-Ztg. 1901, 203—204.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

T. J. Baker. The Thermo-chemistry of the Alloys of Copper and Zinc. Phil. Trans. (A) **196**, 529—546, 1901.
H. W. B. Roozeboom. Ueber eine neue Methode zur Darstellung von Lösungswärmen. Arch. Néerl. (2) **6**, 430—441, 1901.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22 a. Schmelzen, Erstarren.

P. Duhem. Sur la fusion et la cristallisation et sur la théorie de M. Tammann. Arch. Néerl. (2) **6**, 93—102, 1901.
Dewar. Solid hydrogen. Chem. News **84**, 281—282, 293—295, 1901.

22 b. Sieden und Sublimiren. Condensation.

H. Moissan. Sur une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquéfiés en tubes scellés. C. R. **133**, 768—771, 1901.
W. Lemme. Ueber die Wirkung von Ionen auf den Dampfstrahl und die Grösse der in ihnen mitgeführten Ladungen. Naturw. Rundsch. **16**, 621—625, 1901.
C. E. Stromeyer. On Explosions of Steam Pipes due to Water-Hammers. Mem. Manch. Soc. **46**, III, 16 S., 1901.
G. Guglielmo. Intorno ad un metodo per determinare o per eliminare la costante psicrometrica, e ad un psicrometro assoluto con tre termometri. Lincei Rend. (5) **10** [2], 193—202, 1901.
E. Salvioni. Un nuovo igrometro. Atti della R. Acc. Peloritana **17**, 1901.
E. B. H. Wade. On a new Hygrometric Method. Phys. Soc. London, Decemb. 13, 1901. [Chem. News **84**, 302, 1901.
J. Pircher. Ueber die Haarhygrometer. Wien, Denkschr. 9 S., 1901.

23. Calorimetrie.

F. T. Trouton. Latent heat of evaporation of steam from saturated salt solutions. Trans. Roy. Irish Acad. **31**, 345—362, 1900. [Journ. Chem. Soc. **80**, Abstr. II, 592—593, 1901.

24. Verbreitung der Wärme.

24 a. Wärmeleitung.

Mich. Casamassima. Compendio della teoria della propagazione del calore nei cristalli. 94 S. Roma, off. poligrafica Romana, 1901.

24 b. Wärmestrahlung.

R. Kempf-Hartmann. Notiz über die Wärmeabgabe eines dünnen Drahtes in einer ausgepumpten Glasröhre. Phys. ZS. 3, 109—110, 1901.

E. F. Nichols and G. F. Hull. A preliminary communication on the pressure of heat and light radiation. The Phys. Rev. 13, 307—320, 1901.

Compan. Lois du rayonnement aux basses températures. C. R. 133, 813—815, 1901.

O. Lummer. Notiz zu meinem Aufsatze: Ueber die Gültigkeit des Draper'schen Gesetzes. Arch. f. Math. 2, 155—156, 1901.

O. Lummer. Die Gesetze der schwarzen Strahlung und ihre praktische Verwendung. Arch. f. Math. 2, 157—170, 1901.

G. W. Stewart. The distribution of energy in the spectrum of the acetylene flame. The Phys. Rev. 13, 257—282, 1901.

R. Mewes. Die Licht- und Wärmestrahlungsgesetze und deren Bedeutung für das Beleuchtungs- und Heizungswesen. ZS. f. Beleuchtungsw. 7, 410—414, 421—424, 433—436, 1901.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

G. Jaumann. Leichtfassliche Vorlesungen über Elektricität und Licht. XII u. 375 S., Leipzig, 1902.

W. Weiler. Entwickelung der Elektricitätslehre im 19. Jahrhundert. Vortrag. An der Wende des Jahrhunderts, S. 1—43, Esslingen, 1901.

J. B. Goebel. Die Vertheilung der Elektricität auf zwei leitenden Kugeln. Crelle's Journ. 124, 157—164, 1901.

Battelli. Sulle scariche oscillatorie. Cim. (5) 2, CXXXV, 1901.

C. Gutton. Sur la propagation des oscillations hertziennes dans l'eau. Journ. de phys. (3) 10, 752—756, 1901.

K. R. Johnson. Quelques remarques sur les oscillations dans l'excitateur de Hertz. Journ de phys. (3) 10, 756—759, 1901.

H. Poincaré. Sur les excitateurs et résonateurs hertziens à propos d'un article de M. Johnson. L'éclair. électr. 29, 305—307, 1901.

C. Tissot. Sur l'étincelle de l'excitateur de Hertz. C. R. 133, 929—931, 1091.

H. Poincaré. Notice sur la télégraphie sans fil. Annuaire pour l'an 1902, publ. par le bureau des longitudes. A 34 S. 1902.

Lord Kelvin. Aepinus atomized. Arch. Néerl. (2) 6, 834—861, 1901.

26. Quellen der Elektricität.

O. Knoblauch. Versuche über die Berührungselektricität. ZS. f. phys. Chem. 39, 225—244, 1901.

H. Dufour. Résultats de quelques mesures faites sur l'émission des radiations actino-électriques par l'arc voltaïque. Bull. Soc. Vaud. (4) 37, XXXIV, 1901.

27. Elektrostatik.

R. Blondlot. Sur une méthode propre à déceler de très petites charges électriques. C. R. 133, 717—719, 1901.

28. Batterieentladung.

H. Bagard. Sur la décharge disruptive dans les électrolytes. C. R. 133, 927—929, 1901.

29. Galvanische Ketten.

W. Jaeger. Die Normalelemente und ihre Anwendung in der elektrischen Messtechnik. VIII u. 131 S. Halle a. S. Verlag von Wilhelm Knapp, 1902.
O. Sackur. Nachtrag zu der Abhandlung: Ueber den Einfluss gleichioniger Zusätze auf die elektromotorische Kraft von Flüssigkeitsketten. ZS. f. phys. Chem. 39, 364—368, 1901.
L. Bleekrode. Note concernant l'effet des basses températures sur les piles électriques. Arch. Néerl. (2) 6, 448—454, 1901.
B. Hopkinson. The losses of energy in accumulators. Electrician 48, 211—214, 263—264, 1901.
S. A. Montel. Sur la décharge des accumulateurs. Accumulatoren- und Elementenkde. 2, 233, 1901. [L'éclair. électr. 29, 403—405, 1901.

30. Galvanische Mess- und Hülfsinstrumente.

A. Larsen u. S. A. Faber. Messungen von vagabundirenden Strömen in Gas- und Wasserröhren. Elektrot. ZS. 22, 1038—1043, 1901.
E. Mascart. Perturbations magnétiques produits par les tramways électriques a l'observatoire de Nice. Arch. Néerl. (2) 6, 550—554, 1901.
W. Einthoven. Un nouveau galvanomètre. Arch. Néerl. (2) 6, 625—633, 1901.
J. Pernet. Ueber die Calibrirung und Construction von Messbrücken in Uebungslaboratorien. Arch. Néerl. (2) 6, 377—381, 1901.
A. Lampa. Ueber Stromunterbrechung, mit besonderer Berücksichtigung des Wehnelt'schen Unterbrechers. Wien. Anz. 1901, S. 178. Wien. Ber. 110 [2a], 891—906, 1901.
K. R. Johnson. Einige Bemerkungen über den Wehnelt'schen Unterbrecher. Phys. ZS. 3, 105—106, 1901.
P. Janet. Les compteurs d'énergie. Journ. de phys. (2) 10, 717—750, 1901.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

E. Simon. Die verschiedenen Methoden zur Ermittelung des Ohm. 38 S. Karlsbad 1901.
F. Streintz. Ueber die elektrische Leitfähigkeit einiger Metalloxyde und Sulfide. Wien. Anz. 1901, 171—177. Naturw. Rundsch. 16, 668—669, 1901.
Rud. v. Hasslinger. Ueber Potentialdifferenzen in Flammengasen und einigen festen Elektrolyten. Wien. Ber. 110 [2a], 10 S., 1901.
H. Gädeke. Ueber Elektricitätsleitung durch isolirende Flüssigkeiten. 34 S. Heidelberg 1901.
A. de Hemptinne. Ueber die elektrische Leitfähigkeit der Flamme und der Gase. ZS. f. phys. Chem. 39, 345—352, 1901.
J. C. McLennan. Electrical Contuctivity in Gases Traversed by Cathode Rays. Phil. Trans. (A.) 195, 49—77, 1901.
A. Pochettino. Sulla conducibilità elettrica dei vapori di ipoazotide. Lincei Rend. (5) 10 [2], 202—207, 1901.

32. Elektrochemie.

R. Abegg, W. Herz. Practical Chemistry. Experimental Introduction to Laboratory Practice and Qualitative Analysis from a Physico-chemical Standpoint. Transl. with Author's sanction by H. T. Calvert, 132 S. London, Macmillan, 1901.
Konrad Norden. Die Elektrochemie auf der panamerikanischen Ausstellung in Buffalo. ZS. f. Elektrochem. 7, 1066—1070, 1901.

W. Nernst. Ueber die Bedeutung elektrischer Methoden und Theorien für die Chemie. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 1901. [Naturw. Rundsch. **16**, 609—612, 625—628, 1901.
A. Chassy. Sur la formation de l'ozone. C. R. **133**, 789—791, 1901.
W. Pfanhauser. Die voltametrische Wage. ZS. f. Elektrochem. **7**, 1070, 1901.
F. Haber. Bemerkungen über Elektrodenpotentiale. ZS. f. Elektrochem. **7**, 1043—1053, 1901.
P. Schönherr. Beiträge zur Kenntniss der Polarisationscapacität des blanken Platins bei Wechselstrom. 33 S. Berlin 1901.
A. Campetti. Sulla polarizzazione del magnesio in soluzioni alcaline. Cim. (5) **2**, 268—271, 1901.
W. Nernst u. **E. H. Riesenfeld.** Ueber elektrolytische Erscheinungen an der Grenzfläche zweier Lösungsmittel. Gött. Nachr. 1901, 54—61.
A. Coehn u. **E. Neumann.** Ueber das Entladungspotential des Wasserstoffs an einer Quecksilberkathode. ZS. f. phys. Chem. **39**, 353—354, 1901.
A. Smith. Nomenclature of the ions. Chem. News **84**, 279, 1901.
R. Abegg. Apparat zur Demonstration und Bestimmung von Ionenbeweglichkeiten. Phys. ZS. **3**, 110—112, 1901.
W. Hittorf. Bemerkungen über die Bestimmungen der Ueberführungszahlen der Ionen während der Elektrolyse ihrer Lösungen. Das Verhalten der Diaphragmen bei derselben. Arch. Néerl. (2) **6**, 671—688, 1901.
E. Petersen. Ueber die Anzahl der Ionen in Metallammoniakverbindungen. ZS. f. phys. Chem. **39**, 249—252, 1901.
E. Biron. Zur Frage der secundären Reactionen in der Gaskette von Grove. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **33**, 474—480, 1901. [Chem. Centralbl. 1901, **2**, 1193—1194.
W. Kistiakowski. Untersuchung über die Elektrochemie der Doppelsalze. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **33**, 480—496, 1901. [Chem. Centralbl. 1901, **2**, 1194.
J. F. Sacher. Ueber die Zersetzungsspannung von geschmolzenem Natriumhydroxyd und Bleichlorid. ZS. f. anorg. Chem. **28**, 385—460, 1901.
L. Sproesser. Ueber Alkalichlorid-Elektrolyse an Kohlenanoden. ZS. f. Elektrochem. **7**, 1071—1076, 1901.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

E. P. Harrison. On the variation with temperature of the thermoelectromotive force and of the electric resistance of nickel, iron and copper between the temperatures of -200^0 and $+1050^0$. Nature **64**, 667—668, 1901. Chem. News **84**, 217—218, 1901.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

S. W. Joung. Ein elektrisch geheizter und elektrisch controlirter Thermostat. Journ. Amer. Chem. Soc. (5) **23**, 327—330, 1901.

35. Elektrisches Leuchten.

G. C. Schmidt. Ueber die chemische Wirkung der Kathodenstrahlen. Phys. ZS. **3**, 114—115, 1901.
N. Biegon von Czudnochowski. Durch Kathodenstrahlen erzeugte Farbenringe an Krystallplatten. Phys. ZS. **3**, 82—85, 1901.
E. Goldstein. Ueber umkehrbare Lichtwirkungen. Verh. Deutsch. physik. Ges. **3**, 182—188, 1901.
G. C. Schmidt. Ueber künstliche Färbung von Krystallen der Haloidsalze durch Einwirkung von Kalium- und Natriumdampf. Phys. ZS. **3**, 115, 1901.

J. **Stark.** Das Gesetz des Kathodenfalls. Phys. ZS. 3, 88—91, 1901.
W. **Kaufmann.** Ueber eine Analogie zwischen dem elektrischen Verhalten Nernst'scher Glühkörper und demjenigen leitender Gase. Gött. Nachr. 1901, 62—73.

85 a. Röntgenstrahlen.

A. W. **Isenthal,** H. S. **Ward.** Practical Radiography. Handbook for Physicians, Surgeons and other users of the X-rays. 3 ed. 198 S. London, Dawbarn 1901.
E. **Rutherford** and R. K. **Mc Clung.** Energy of Röntgen und Becquerel Rays, and the Energy required to produce an Ion in Gases. Phil. Trans. (A) 196, 25—59, 1901.
J. **Zeleny.** The Velocity of the Ions produced in gases by Röntgen Rays. Phil. Trans. (A) 195, 193—234, 1901.

86. Magnetismus.

E. **van Everdingen.** Quelques remarques sur l'application de la théorie des électrons à l'augmentation de la résistance électrique dans un champ magnétique et au phénomène de Hall. Arch. Néerl. (2) 6, 294—302, 1901.
Ascoli. Sulla stabilità del magnetismo temporaneo e permanente. Cim. (5) 2, CXXVIII, 1901.
Mazzotto. Sulle variazioni che subiscono la proprietà magnetiche del ferro ricotto sottoposto a lunghe permanenze a varie temperature. Cim. (5) 2, CXXX, 1901.
Lamb u. **Walker.** Ein neues Instrument zur Messung der Permeabilität von Eisen- und Stahlproben. Elektrot. ZS. 22, 967—969, 1901.
C. V. **Drysdale.** A permeameter for testing the magnetic qualities of materials in bulk. Electrician 48, 267—272, 1901.
C. **Barus.** Temporary set, as associated with magnetostriction. The Phys. Rev. 13, 283—306, 1901.
H. **du Bois.** Étude quantitative de la toupie magnétocinétique. Arch. Néerl. (2) 6, 581—592, 1901.
H. L. **Hele-Shaw** and A. **Hay.** Lines of Induction in a Magnetic Field. Phil. Trans. (A) 195, 303—327, 1901.
H. A. **Wilson.** The Hall effect in gases at low pressures. Cambridge Phil. Soc. October 28, 1901. [Nature 65, 71, 1901.
H. S. **Allen.** The Red (C) Line of Hydrogen and the Zeeman Effect. Nature 65, 79, 1901.
A. **Gray** and N. **Stewart.** Effect of a Magnetic Field on Spectra of Helium and Mercury. Nature 65, 54. 1901.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Emil Cohn. Ueber die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes für bewegte Körper. Gött. Nachr. 1901, 74—79.
A. **Righi.** Sulla questione del campo magnetico generato dalla convezione elettrica e su altre analoghe questioni. Cim. (5) 2, 233—256, 1901.
G. T. **Walker.** On some problems in electric convection. Cambridge Phil. Soc. October 28, 1901. [Nature 65, 71, 1901.

88. Elektrodynamik. Induction.

E. **van der Ven.** Sur le transport des liquides par le courant électrique. Arch. Néerl. (2) 6, 127—182, 1901.
R. **Blondlot.** Sur l'absence de déplacement électrique lors du mouvement d'une masse d'air dans un champ magnétique. C. R. 133, 778—781, 1901

R. Blondlot. Sur l'absence d'action d'un champ magnétique su une masse d'air qui est le siège d'un courant de déplacement. C. R. 133, 848—850, 1901.
W. Duane. The absolute measurement of selfinductance. Phys. Rev. 13, 250—252, 1901.
G. A. Hemsalech. Détermination de quelques coefficients de selfinduction. C. R. 133, 863—864, 1901.
T. R. Lyle. On Circular Filaments or Circular Magnetic Shells equivalent to Circular Coils and on the equivalent Radius of a Coil. Phys. Soc. London, Dec. 3. 1901. [Chem. News 84, 301, 1901.
R. Beattie. Note on the Length on the Break-Spark in an Inductive Circuit. Phil. Mag. (6) 2, 653—658, 1901.
Rayleigh. On the induction-coil. Phil. Mag. (6) 2, 581—594, 1901. Arch. Néerl. (2) 6, 197—211, 1901.

39. Vermischte Constanten.

W. Obolenski. Untersuchungen über Nickeleisenlegirungen. Westnik opitnoj fisiki 1901, 127—134.

VI. Kosmische Physik.

1 A. Astrophysik.

A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Hrsg. von Dir. H. C. Vogel. Photographische Himmelskarte. Zone + 31° bis + 40° Declination. 2. Bd. gr. 4°. Potsdam. Leipzig, W. Engelmann.
2. J. Scheiner. 20553 scheinbare rechtwinklige Coordinaten von Sternen bis zur 11. Grösse nebst genäherten Oertern f. 1900.0. (XVI, 465 S.) 1901.
Berliner astronomisches Jahrbuch f. 1903 mit Angaben für die Oppositionen der Planeten (1)—(451) f. 1901. Hrsg. v. dem königl. astronom. Rechen-Institut unter Leitg. v. J. Bauschinger. (Der Sammlg. Berliner astronomischer Jahrbücher 128. Bd.) gr. 8°. (X, 484 u. 8 S.) Berlin 1901, F. Dümmler's Verl.
Annuaire astronomique et météorologique pour 1901, exposant l'ensemble de tous les phénomènes célestes observables pendant l'année, avec revue astronomique et météorologique, notices scientifiques, tableaux et documents, par Camille Flammarion. Illustré de 71 gravures, cartes, diagrammes. In-18, 214 p. Paris, E. Flammarion.
Annuaire de l'observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse. T. 4 renfermant une partie des travaux exécutés de 1891 à 1900 sous la direction de M. B. Baillaud, directeur de l'observatoire. Paris 1901, Gauthier-Villars.
Annuaire pour l'an 1902, publié par le bureau des longitudes. Paris, Gauthier-Villars.
Annals of Harvard College Observatory. Vol. 41. No. 6: Forms of Images in Stellar Photography, by E. S. King. Plate. Roy. 4to. pp. 34. Wesley.
Dr. Herm. J. Klein. Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung nach dem Standpunkte der astronomischen Wissenschaft am Schlusse des 19. Jahrh. 3. Aufl. der „Anleitg. zur Durchmusterg. des Himmels". Mit zahlreichen Abbildgn. u. Taf. gr. 8°. (XIV, 610 S.) Braunschweig 1901, Friedr. Vieweg u. Sohn.
Jahrbuch der Erfindungen und Fortschritte auf den Gebieten der Physik, Chemie und chemischen Technologie, der Astronomie und Meteorologie. Begründet von H. Gretschel u. H. Hirzel. Hrsg. v. A. Berberich, Lehrern DD. Prof. G. Bornemann u. Otto Müller. 36. Jahrg. 8°. (VIII, 392 S. mit 12 Holzschn.) Leipzig, Quandt u. Händel.

Tychonis Brahe Dani. Die XXIV Octobris AD. MDCI Defuncti Operum Primitias De Nova Stella Summi Civis memor denuo edidit Regia Societas Scientiarum Danica-Hauniae.

S. **Arrhenius.**. Zur Kosmogonie. Arch. Néerl. (2) **6**, 862—873, 1901.

Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens. 24. Bdchn. 8°. Leipzig, B. G. Teubner.

Dr. **Hugo Groth.** Zur Dynamik des Himmels. gr. 8°. (IV, 74 S.) Hamburg 1901, A. B. Laeisz.

Entstehung der Kometen, Meteoritenschwärme und Nebel. Himmel u. Erde **14**, 2, 89—91.

G. H. **Darwin.** Tides, and kindred Phenomena in Solar System. 2nd ed. cr. 8vo. $7^3/_4 \times 5^1/_4$, pp. 366. Murray.

Dr. **Halm.** On the equilibrium of stellar atmospheres. Nature **65**, 1676, 143.

H. **Lemke** (Hamburg). Ueber das Gleichgewicht kosmischer Gasmassen. Journ. f. reine u. angew. Math. **124**, 2, 143—151.

J. C. **Adams.** Lectures on Lunar Theory. Ed. by R. A. Sampson. 8vo. pp. 88. C. J. Clay.

Distribution of Cosmic Velocities. Nature **65**, 1672, 39.

G. K. **Burgess.** Recherches sur la constante de gravitation (thèse). In-8°, 61 p. Paris, Hermann.

J. **Evershed.** Wave-length Determinations and General Results obtained from a Detailed Examination of Spectra, photographed at the Solar Eclipse of Jan. 22. 1898. Dulau, Nov. 1901.

H. C. **Plummer**, M.-A. On Periodic Orbits in the Neighbourhood of Centres of Libration. Monthl. Not. **62**, 1. Nov. 1901, 6—17.

C. V. L. **Charlier.** On periodic Orbits (Stockholm Acad.) 1900.

Wilh. Foerster (Berlin). Die Wahrnehmungsbedingungen der kosmischen Nebel in unseren Fernröhren. Mitth. d. Ver. v. Freunden d. Astr. u. kosm. Phys. **11**, 10, 120—122.

H. G. **van de Sande Bakhuyzen.** L'influence de l'éclat de l'étoile sur le temps de perception et sur l'équation personnelle. Arch. Néerl. (2) **6**, 727—746, 1901.

Verwendbarkeit des Stereoskops in der Astronomie. Himmel u. Erde **14**, 2, 91—92.

Wilh. Foerster. Die Anwendung des stereoskopischen Princips auf die Himmelserscheinungen. Mitth. d. Ver. v. Freunden d. Astr. u. kosm. Phys. **11**. 9, 104—109.

C. V. L. **Charlier.** Zur Theorie der secularen Störungen. (Stockholm, Acad.) 1900.

R. S. **Woodward.** Length of the Terrestrial Day. Astron. Journ. **21**, 502. Nature **65**, 1675, 113.

1 B. Planeten und Monde.

G. H. **Bryan.** Kinetic Theory of Planetary Atmospheres. Phil. Trans., A, vol. 196. pp. 1—24. Dulau.

A. **Berberich.** Die Durchmessergrössen der Planeten. Weltall **2**, 3, 40—42.

A. M. W. **Downing.** D. Sc. F. R. S. Comparisons of the Geocentric Places of Uranus, Neptune, and the Sun, calculated from Newcomb's Tables, with their Places calculated from Le Verrier's Tables, for the Year 1904. Monthl. Not. 62, 1. Nov. 1901, 20—22.

Philipp Fauth. II. Mond und Planeten. (Gruppe II.) Mitth. d. Ver. v. Freunden d. Astr. u. kosm. Phys. **11**, 10, 113—117.

The Determination of Selenographic Positions and the Measurement of Lunar Photograph. (Second Paper.) Monthl. Not. **62**, 1. Nov. 1901, 41—61.

M. **Loewy** et P. **Puiseux.** Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris. 5e fascicule, comprenant: 1° Etudes sur la topographie et la constitution de l'écorce lunaire (suite); 2° Planche E (image

obtenue au foyer du grand équatorial coudé); 3° Planches 24 à 29 (héliogravures d'après les agrandissements sur verre de cinq clichés des années 1894, 1897, 1898, 1899). In-4°, 62 p. Paris.

G. V. Schiaparelli. Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia e costituzione del Pianeta Marte fatte nella Specola R. di Brera in Milano coll' equatoriale di Merz-Repsold durante l'opposizione di 1888. (Parte 6) Roma (Mem. Acad. Linc.) 1901.

T. J. J. See. Preliminary Investigation of the Diameter of Mars. Nature **65**, 1674, 90.

T. J. J. See. Preliminary Investigation of the Diameter of Mars. Astron. Nachr. **157**, 3750, 97—114.

Gustav Witt. Die kleinen Planeten. Himmel u. Erde **14**, 2, 71—80.

Gustav Witt. (Forts.) Die kleinen Planeten. Himmel u. Erde **14**, 3, 112—121.

A. Berberich. Planet (455) Bruchsalia. Astron. Nachr. **157**, 3750, 113—114.

A. Idman. Bemerkungen zu einem Satz von Leverrier, die säcularen Störungen der kleinen Planeten betreffend. (Stockholm, Akad.) 1900.

An Asteroid-Orbit of Great Eccentricity. Nature **65**, 1677, 161.

W. F. Denning. Motion of the Great Red Spot on Jupiter. Popular Astronomy **9**, 448—490. Nature **65**, 1674, 89.

Die Elongationszeiten von Mimas. Weltall **2**, 3, 44.

Micrometric Observations of Neptune and its Satellite. Astron. Journ. **22**, 508. Nature **64**, 1669, 639.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

E. F. van de Sande Bakhuyzen. La déclinaison de la polaire d'après les observations faites à Königsberg de 1820 à 1849 et le mouvement propre de cette étoile. Arch. Néerl. (2) **6**, 789—824, 1901.

Variable Radial Velocity of δ Orionis. Nature **64**, 1663, 491.

Prof. **Campbell.** Radial Velocity of 1830 Groombridge. Nature **64**, 1663, 491.

H. C. Vogel. Weitere Untersuchungen über das spectroskopische Doppelsternsystem Mizar. Arch. Néerl. (2) **6**, 661—667, 1901.

Alex. W. Roberts. Density and Figure of Close Binary Stars. Nature **64**, 1663, 468.

Zwei neue Doppelsterne: 66 Tauri und der Hauptstern von Σ 2339. Weltall **2**, 3, 44.

The Spectroscopic Binary Capella. Lick Observatory Bull. 6. Nature **64**, 1669, 639.

J. Comas Solá. La sextuple ϑ Orionis. Astron. Nachr. **157**, 7, 131—132.

E. C. Pickering. Variable stars of long period. Arch. Néerl. (2) **6**, 133—136, 1901.

Alex. W. Roberts. On the Variation of T. Centauri. Monthl. Not. **62**, 1. Nov. 1901, 66—73.

Thomas D. Anderson. New variable Star 95, 1901 Pegasi. Astron. Nachr. **157**, 7, 131—132.

Fr. Deichmüller. Ein neuer Veränderlicher 94, 1901 Cygni. Astron. Nachr. **157**, 7, 131—132.

Fr. Deichmüller. Ueber einen wahrscheinlich veränderlichen, in B. D. fehlenden Stern 9^m O. Astr. Nachr. **157**, 2, 31—32.

F. A. Bellamy. On the Place of the variable *RU* Herculis and Neighbouring Stars from Photographic Measures. Month. Not. **62**, 1. November 1901, 73—78.

H. Osthoff (Cöln). Die Farbe der Nova Persei von Februar 22 bis Ende April 1901. Astr. Nachr. **157**, 7, 118—124.

Wilh. Foerster. Mittheilungen über die Entdeckungen in der Umgebung des neuen Sternes. Mitth. d. Ver. v. Freunden d. Astr. u. kosm. Phys. **11**, 9, 101—104.

Die „Nova Persei". Prometheus **13**, 158, 634.

W. W. Campbell. The New Star in Perseus. Science **14**, 361, 860—861.
Norman Lockyer. The New Star in Perseus. Nature **65**, 1675, 112—113.
Norman Lockyer. The photographs of Nova Persei. Nature **65**, 1676, 133—134.
Lick-Sternwarte. Bulletin Nr. 10. Verschiebungen der Nebelmassen bei der Nova Persei. Naturw. Rundsch. **16**, 50, 648, 1901.
Spectrum of Nova Persei. Astr. Nachr. **156**, 3741. Nature **64**, 1669, 639.
H. Clemens. Helligkeitsmessungen der Nova (3, 1901) Persei. Astr. Nachr. **157**, 2, 26—28.
Max Wolf. Die Nebel um Nova (3, 1901) Persei. Astr. Nachr. **157**, 3552, 143—146.
A. Fowler. The Spectra of Bright Southern Stars. Nature **65**, 1677, 155—156.
Annie J. Cannon and Edward C. Pickering. Spectra of Bright Southern Stars. Ann. of the Harvard Observatory **28**, 2.
Sir David Gill. The Spectrum of η Argus. Proc. Roy. Soc. **68**, 449, 456—458.
Sir David Gill. The Spectrum of η Argus. Month. Not. Appendix to Vol. **61**, 4, 66.
Abhandlungen der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Math.-physik. Classe (N. F.) I. Bd. Nr. 4. gr. 4°. Berlin, Weidmann.
4. Schur, Wilh. Vermessung der beiden Sternhaufen h und χ Persei mit dem sechszölligen Heliometer der Sternwarte in Göttingen, verbunden mit einer Uebersicht aller bis zum Jahre 1900 ausgeführten Instrumental-Untersuchungen. Mit einer Sternkarte. VII und 88 S.
J. H. Jeans. The Stability of a Spherical Nebula. Proc. Roy. Soc. **68**, 449, 454—455.

1 D. Die Sonne.

T. Moreux. Le Problème solaire. Préface de Camille Flammarion. Paris, Bertaux.
R. Emden. Beiträge zur Sonnentheorie. Sitzber. d. Bayer. Akad. 1901, 339—363.
V. D. L. L'activité solaire de 1833 à 1900. Ciel et Terre **22**, 353—354, 1901. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.
William J. S. Lockyer. The Solar Activity 1833—1900. Proc. Roy. Soc. **68**, 446, 285—300.
William J. S. Lockyer. The Solar Activity 1833—1900. Month. Not. Appendix to Vol. **61**, 3, 43.
Planetary Influence on Sun-spot Period. Nature **65**, 1672, 39.
J. Halm. Ueber die Höhe und den Gleichgewichtszustand der Sonnenatmosphäre und die Entstehungsursache der Protuberanzen. (Astr. Nachr. **156**, 241, 1901.) Naturw. Rundsch. **16**, 51, 652—653, 1901. (Ref.)
J. C. Kapteyn. Méthode statistique pour la détermination de l'apex du mouvement solaire. Arch. Néerl. (2) **6**, 262—284, 1901.
Frank H. Bigelow. Die magnetische Theorie der Sonnencorona. Phys. ZS. **2**, 647—648. Month. Weather Rev. **29**, 8, 357.
Bigelow. Magnetische Theorie der Sonnencorona. Das Weltall **2**, 2, 31.
Die ringförmige Sonnenfinsterniss am 11. Novbr. 1901. Weltall **2**, 3, 43—44.
The Total Solar Eclipse of September 9, 1904. Nature **65**, 1672, 30.
W. T. Lynn. Remarkable Eclipses. Sketch of most interesting Circumstances connected with Observation of Solar and Lunar Eclipses in Ancient and Modern Times. Low.
W. H. Julius. On the origin of double lines in the spectrum of the chromosphere, due to anomalous dispersion of the light from the photosphere. Proc. Roy. Acad. Amsterdam, Septbr. 28, 1901.

1 E. Kometen.

K. Graff. Helligkeitsbeobachtungen des Kometen 1900, 2. Astr. Nachr. 157, 2, 23—24.
Simonin. Die Ursache der Beschleunigung des Encke'schen Kometen von Umlauf zu Umlauf. Bull. Astr. 18, Decemberheft.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Juvisy Observatory. Determination of the elevation of Meteors. Bull. de la Soc. Astr. de France, Nov. 1901. Nature 65, 1675, 113.
F. Schwab. Mittheilungen über Beobachtungen von Meteorschweifen. Mitth. d. Ver. v. Freunden d. Astr. u. kosm. Phys. 11, 9, 109—112.
Bright Meteor of December 4. Nature 65, 1676, 137.
Bright Meteor of December 16. Nature 65, 1677, 161.
Un météore observé en plein jour. Le Cosmos, avril 1901, 383. Ann. soc. mét. de France, October 1901, 49, 271.
E. Weiss. Beobachtungen des Laurentiusstromes während der Nächte des 9. bis 12. August. Wien. Anz. 20, 240, 1901.
D. Éginitis. Observations des Léonides faites à Athènes. C. R. 113, 23 (2. Decbr. 1901) 914.
Leonid Meteors, November 1901. Nature 65, 1674, 89.
D. Eginitis. Observations des Perséides, faites à Athènes. C. R. 133, 21 (18. Novbr. 1901) 809—810.
Perrotin. Sur les Perséides de 1901. C. R. 133, 21 (18. Novbr. 1901) 809—810.
Merill, G. P. On a Stony Meteorite, which fell near Felix, Perry. County, Alabama, May 15, 1900. Washington (Proc. Nat. Mus.) 1901.
E. Cohen. Meteoreisenstudien. 11. (Aus: Ann. d. k. k. naturhist. Hofmus.) 351—391. Wien, A. Hölder, 1900.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

J. Hann. Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig, Ch. H. Tauchnitz.
C. Millot. Notions de météorologie utiles à la géographie physique. In-8°, VI-287 p. avec 74 fig. Nancy, Berger-Levrault et Co.
W. Meinardus. Bericht über die Fortschritte der geographischen Meteorologie. S.-A. Geogr. Jahrbuch 24, 63—156.
Popular Errors in Meteorology and Geography. Month. Weather Rev. 29, 8, 375—376.
Spas. Watzof. Volksmeteorologie. Eine Sammlung von bulgarischen Wettersprichwörtern und Wetterregeln. Sofia 1900.
G. Rayet. Observations pluviométriques et thermometriques faites dans le département de la Gironde de juin 1899 à mai 1900. In-8°, 72 p. et 1 carte.
H. Coates. Meteorological Work for Science School. Nature 65, 1676, 128.
D. Naselli. Meteorologia nautica. Torino 1901. In-16, p. 247.
Capitain Reinicke. Ueber die Anwendung der Meteorologie in der modernen Seefahrt. Schr. d. Danz. Ges. 10, 2 u. 3. Danzig 1901, 6, III bis 6, VI.
Geology and Meteorology. Nature 65, 1672, 32—33.
E. v. Rijckevorsel. Valeurs moyennes et valeurs normales en météorologie. Arch. Néerl. (2) 6, 367—370, 1901.
Météorologie de la Russie. Le Cosmos, avril 1901, 415. Ann. soc. mét. de France 49, Oct. 1901, 271.

J. Schubert. Vergleichende Temperatur- und Feuchtigkeitsbestimmungen. Ber. über meteorologische Beobachtungen an den Hauptstationen für das forstliche Versuchswesen in Preussen. Berlin (Abhandl. Preuss. meteorol. Inst.) 1901.

Meteorologisches Observatorium auf den Azoren. Met. ZS. 18, 11, 538, 1901.

Dr. **Karl Kostersitz.** Ueber Bergobservatorien und das projectirte astrophysikalisch-meteorologische Höhenobservatorium im Semmeringgebiete bei Wien. Wien, C. Gerold's Sohn, 1901.

Dr. **Karl Kostersitz.** Zur Frage der Errichtung eines astrophysikalisch-meteorologischen Höhenobservatoriums im Semmeringgebiete. Met. ZS. 18, 11, 487—497, 1901.

The National Physical Laboratory. Proc. Roy. soc. 68, 449, 421.

James Kanealy. The meteorological observatory of Saint Ignatius college. Cleveland, Ohio. Month. Weather Rev. 29, 8, 355.

Organization of the Philippine Weather Bureau by the United States Philippine Commission. Month. Weather Rev. 29, 8, 372—374.

Fr. Bidlingmaier. Die erdmagnetisch-meteorologischen Arbeiten und Ausrüstungsgegenstände der deutschen Südpolarexpedition. Peterm. Mitth. 47, 152—153. Month. Weather Rev. 29, 8, 356.

Meteorological Equipment of the „Discovery". Science 14, 359, Novbr. 1901, 779—780.

Hugh Robert Mill. Meteorology on the British Antarctic Expedition. Symon's Meteor. Magazine, London 36. Month. Wheather Rev. 29, 8, 356.

Erich v. Drygalski. Plan und Aufgaben der deutschen Südpolarexpedition. Mit 1 Karte. gr. 8°. 23 S. Leipzig, S. Hirzel.

The Norweglan north polar Expedition 1893—1896. Scientific results edited by Fridtjof Nansen. Vol. II. Published by the Fridtjof Nansen fund for the advancement of Science. LX, 136, 196 p., XVII pl., 90 p. in 4°. Kristiania, Jacob Dybwad.

H. B. Wren. Relation between climate and crops. Nature 64, 1663, 493. Abridged from U. S, Month. Weather Rev.

L. Bussard et **H. Corblin.** L'Agriculture, comprenant l'agrologie, la météorologie agricole, les cultures spéciales, la zootechnie et l'économie rurale. In-16, VI—516 p. avec 71 gravures. Paris, Delalain frères.

Aenderungen im Klima und in der Waldflora des mittleren Colorado. Globus 80, 344.

R. de Drouin de Bouville. Observations de météorologie forestière à la station de recherches de l'Ecole nationale des eaux et forêts (1867—1899). In-8°, 31 p. Paris.

Mar. Marro. Climatologia e agrologia. Terza edizione. Torino 1900. 16°. fig. p. XVI, 610.

Mémoires de l'herbier Boissier. Nr. 20. Gr. in-8°. 66 p. avec 3 pl. Genève et Bâle, Georg et Co.

G. de Rocquigny-Adanson. Epoque de la floraison du Perce-neige dans le centre de la France. Ciel et Terre, mars 1901, 1. Ann. soc. mét. de France 49, Oct. 1901, 267.

Kovessi. Influence des conditions climatologiques sur la végétation des sarments de la vigne. Le Cosmos, avril 1901, 482. Ann. soc. mét. de France 49, Oct. 1901, 271.

Karl Sajo. Verschiedene meteorologische Ansprüche der schädlichen Pilze. Prometheus 13, 634, 154—157.

Phénomènes de végétation constatés pendant l'hiver 1900, 1901. Ciel et Terre, avril 1901, 96. Ann. soc. mét. de France 49, Oct. 1901, 272.

Veröffentlichungen des Statistischen Amtes der Stadt Berlin. 1901, 44, 45.

Climat. Revue périodique de Méteorologie, en Russe, Allemand, Français et Anglais. Redacteur: N. Demtschinsky. St. Pétersbourg, Année 1: Avril 1901—Mars 1902.

Veröffentlichungen des Königl. Preussischen Meteorologischen Instituts, herausgegeben durch W. v. Bezold 1896. Heft 3: Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen zweiter und dritter Ordnung im Jahre 1896. Berlin 1901.

Veröffentlichungen des Königl. Preussischen Meteorologischen Instituts, herausgegeben durch Dir. Wilh. v. Bezold 1900. Heft 1: Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen zweiter und dritter Ordnung im Jahre 1900, zugleich deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1900. Beobachtungssystem des Königr. Preussen und benachbarter Staaten. gr. 4°, 62 S. Berlin, A. Asher u. Co., 1901.

Veröffentlichungen des Königl. Preussischen Meteorologischen Instituts, herausgegeben durch W. v. Bezold. Heft 2: Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen zweiter und dritter Ordnung im Jahre 1900. Berlin 1901. A. Asher u. Co.

Deutsches Meteorol. Jahrbuch für 1900 von P. Bergholz. Bremen 1901.

Deutsches Meteorol. Jahrbuch für 1900. Herausgeg. von P. Polis. Aachen-Karlsruhe, G. Braun, 1901.

Deutsche überseeische meteorologische Beobachtungen. Gesammelt u. hrsg. von der deutschen Seewarte. IX. Heft. gr. 4°. Hamburg, L. Friederichsen u. Co.

Enthält die Beobachtungen von: I. Labrador; Heron, Jan. bis Dec. 1891, Hoffenthal, Zoar, Nain, Aug. bis Dec. 1891. II. Tsingtau, Juli 1898 bis Juni 1899. III. Apia, Jan. 1894 bis Dec. 1895. IV. Nauru (Pleasant Island), Octbr. 1893 bis Aug. 1895. V. Raluni (Neu-Pommern), Jan. bis Dec. 1895. VI. Mogador, Jan. 1897 bis Dec. 1898. VII. Gross-Batanga, Jan. bis Nov. 1893. VIII. Kamerun, April 1891 bis März 1892. IX. Walfischbai. Jan. bis Mai und Juli bis Dec. 1896. VIII u. 96 S.

Deutsche überseeische meteorologische Beobachtungen. Gesammelt u. hrsg. von der deutschen Seewarte. X. Heft. Fol. Hamburg, L. Friederichsen u. Co.

Dr. Hans Maurer. Meteorologische Beobachtungen in Deutsch-Ostafrika. I. Thl. Aufzeichnungen der Registrirapparate. VI u. 182 S. mit 2 graph. Taf., 1901.

Das Klima des Königreichs Sachsen. VI. Heft. gr. 4°. Chemnitz, M. Bülz.

VI. Dr. Grohmann. Die phänologischen Beobachtungen der Jahre 1864 bis 1897 und die Ernteerträge im Königreich Sachsen in ihrer Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen. III u. 88 S., 1901.

C. Völzing. Jahresbericht der Meteorologischen Station Worms 1900. Worms 1901.

Jahresbericht des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden, mit den Ergebnissen der meteorolog. Beobachtungen und der Wasserstandsaufzeichnungen am Rhein und an seinen grösseren Nebenflüssen für das Jahr 1900, und mit den Mittelwerthen für die Zeiträume 1896 bis 1900, 1861 bis 1870, 1871 bis 1880, 1881 bis 1890, 1891 bis 1900. gr. 4°. IV u. 130 S. mit 5 Taf. u. 1 farb. Karte. Karlsruhe 1901, G. Braun'sche Hofbuchdr.

Beobachtungen an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Wien XIX, Hohe Warte, im Monat Juni 1901. Wien. Anz. 1901, Nr. 19, 229.

P. Czermak. Beobachtungen des meteorologischen Observatoriums der Univ. Innsbruck im Jahre 1899. Ber. d. naturw.-medic. Ver. Innsbruck **26**, 1900 bis 1901.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1900. Hrsg. von L. Weinek. 61, Prag 1901.

Veröffentlichungen des hydrographischen Amtes der k. u. k. Kriegsmarine in Pola. Wien, Gerold u. Co. 11. Gruppe. 2. Jahrbuch der meteorologischen, erdmagnetischen und seismischen Beobachtungen. (29) **5**, 1900.

W. Kesslitz und **H. Marchetti.** Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Pola. Lustrum 1896 bis 1900. Veröffentlichungen des hydrographischen Amtes der k. u. k. Kriegsmarine in Pola. Pola 1901.

Edoardo Mazelle. Rapporto Annuale dello Osservatorio Astronomico-Meteorologico di Trieste per l' anno 1898. 15. Trieste 1901.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Hercegovina im Jahre 1898. Hrsg. v. d. bosnisch-hercegovin. Landesregierung. Wien 1901, Hof- u. Staatsdruckerei.

Jul. Hann. Die Meteorologie von Wien nach den Beobachtungen an der k. u. k. meteorologischen Centralanstalt 1852 bis 1900. gr. 4°. 22 S. Wien, C. Gerold's Sohn, 1901.

Observations météorologiques faites à l'observatoire de Genève pendant le mois de Septembre 1901. Arch. sc. phys. 12, 10, 429—486.

F. Bertolasi. Osservazioni meteorologiche eseguite alla stazione meteorologica di Rovereto durante il primo semestre dell' anno 1901. Atti della J. R. Accademia di Scienze Rovereto. Anno academico 151 (3) 7, 1—2, 1901.

E. Pini. Riassunto delle osservazioni meteorologiche eseguite nel R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano nell' anno 1900. Milano 1901.

Osservazioni Meteoriche fatte nel R. Osservatorio di Capodimonte. Luglio 1901. Rend. di Nap., Agosto a Novembre 1901.

Annales du Bureau Central météorologique de France, publiées par E. Mascart, directeur du Bureau central météorologique. (Année 1898.) 2 vol. in-4° et planches I (Mémoires). XIV-174 p; III (Pluies en France), 140 p. Paris, Gauthier-Villars.

Extrait de la feuille d'observations météorologiques du P. Victor, trappiste, au monastère d'El-Athroun (près Jaffa) pendant le mois de septembre 1901. Ann. soc. mét. de France 49, 294, Nov. 1901.

M. E. Renou. Résumé des observations météorologiques faites au Parc Saint-Maur en août et septembre 1901. Ann. soc. mét. de France 49, 262—263, Oct. 1901.

Compte rendu des observations faites à Bar-le-Duc et sur différents points du département pendant l'année météorologique 1899 (1er décembre 1898-30 novembre 1899); par la commission météorologique de la Meuse. (17e anné). In-8°, X-90 p. avec graphiques en coul. et 1 plan en coul. Bar-le-Duc.

Annales de l'observatoire météorologique, physique et glaciaire du mont Blanc (altitude: 4,358 mètres), publiées sous la direction de J. Vallot, fondateur et directeur de l'observatoire. T. 4. In-4°, IX-191 p. avec graphiques. Paris, Steinheil.

Aarbog meteorologisk for 1898. Udgivet af det danske meteorologiske Institut. Anden Del. (Gad.)

Aarbog, nautisk-meteorologisk, 1900. Udgivet af det danske meteorologiske Institut. (Ogsaa met engelsk Titel.) 230 Sider og 19 Planer i. 4. (Gad.)

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Jurgew im Jahre 1900. 35. Jurjew 1901.

Report on the administration of the Meteorological Departement of the Government of India in 1900—1901.

A Report on the meteorological observations made at the Abassia Observatory, Cairo, during the years 1898 and 1899, together with the mean values derived from the observations of the previous. The Survey Departement. Public Works Ministry, Cairo. Cairo 1900.

Mauritius. Results of the magnetical and meteorological observations made at the Royal Alfred Observatory, Mauritius, in the year 1899, under the direction of T. E. Claxton. Mauritius 1900.

Mauritius. Annual report of the director of the Royal Alfred Observatory for the year 1899.

Proc. and Transactions of the Meteorological Society of Mauritius, 1896 till 1900. Edited by the secretary. 1. New Series. Mauritius 1900.

Meteorology in Madagascar. Month. Weather Rev. 29, 8, 375.

Carreras, Joaquin and **Hernandez**, Mexico. Observaciones meteorologicas efectuadas en Mahon, isla Menorca, 1865 à 1898. Bol. d. l. Real. Acad. de Ciencias y Artes. Barcelona. 1, 623—626. Month. Weather Rev. 29, 8, 356.

R. Guerin. Resultate der meteorologischen Beobachtungen in Guatemala im Jahre 1898. Met. ZS. **18**, 11, 543, 1901.

Delvalle Lino Carbajal. La patagonia: studî generali. Serie II—III (Climatologia e storia naturale, economia, viabilità e risorse economiche). S. Benigno Canavese, 1900. 8°. 2 voll. (p. XII, 674; VIII, 323).

J. W. Ernst, Zürich. Graphische Wetterbeschreibung. Met. ZS. **18**, 11, 497—504, 1901.

W. S. Franklin. Weather Control. Science **14**. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

K. Dove. Der Juli 1900 und der Januar 1901 in Jena. Mitth. der Geogr. Ges. zu Jena **19**, 51—56.

William Marriott. Special Characteristics of the Weather of March 1901. Quart. Journ. Met. Soc. London **27**. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

Alfred J. Henry. The Weather of the Month. Month. Weather Rev. **29**, 8, 377—379.

Dr. **W. Meinardus.** Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im September 1901. Das Wetter **18**, 259.

A. Woeikof. Der Juni 1901 in Südostrussland. Met. ZS. **18**, 11, 539—540, 1901.

Dr. **R. Weyde.** Die Witterungs- und Wasserstandsverhältnisse in Budweis. Budweis, L. E. Hansen, 1901.

Rapport du comité météorologique international. Réunion de Saint-Pétersbourg. (1899.) In-8°, 112 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils.

A. Angot. Procès-verbaux sommaires du congrès international de météorologie, tenu à Paris du 10 au 16 septembre 1900. In-8°, 33 pages. Paris.

W. v. Bezold. Bericht über die Thätigkeit des Kgl. Preussischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1900.

Dreiundzwanzigster Jahresbericht über die Thätigkeit der Deutschen Seewarte für das Jahr 1900. Erstattet von der Direction Hamburg 1901. Ann. d. Hydr. 1900, Beiheft 2.

Neunter Jahresbericht des Sonnblick-Vereins für das Jahr 1900. hoch 4°. (49 S. mit 3 Abbild. u. 3 Taf.) Wien, Gerold u. Co., 1901.

E. Heintz. Liste systématique et alphabétique des travaux météorologiques et magnétiques, publiés par l'Académie Impériale des sciences de Saint Pétersbourg et l'Observatoire Physique Central Nicolas depuis 1894 jusqu' à 1900 incl. St. Pétersbourg 1901. Mém. Ac. sc. St. Pétersbourg (8) cl. physico-math. **11**, 8.

Wissenschaftliche Luftfahrten. Ausgeführt vom deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin. Hrsg. v. Rich. Assmann und Arth. Berson. 3 Bde. hoch 4°. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn.

1. R. Assmann, A. Berson, H. Gross. Geschichte und Beobachtungsmaterial. Mit 1 farb. Vollbilde, 19 eingedr. Abbild. u. 59 Karten. XI u. 212 u. 154 S. — 2. R. Assmann, O. Baschin, A. Berson, R. Börnstein, H. Gross, V. Kremser, H. Stade und R. Süring. Beschreibung und Ergebnisse der einzelnen Fahrten. Mit 5 farb. Vollbildern, 310 eingedr. Abbild. u. 2 Taf. X u. 706 S. — 3. R. Assmann, A. Berson, W. v. Bezold, R. Börnstein u. R. Süring. Zusammenfassungen u. Hauptergebnisse. Mit 20 eingedr. Abbild. u. 2 Taf. IX. u. 313 S.

Wilh. v. Bezold. Theoretische Betrachtungen über die Ergebnisse der wissenschaftlichen Luftfahrten des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin. gr. 4°. 31 S. m. 17 Abbild. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn.

Veröffentlichungen der internationalen Commission für wissenschaftl. Luftschiffahrt. Beobachtungen und Ergebnisse der Auffahrten mit bemannten und unbemannten Ballons. 8. Nov. 1900. Strassburg 1901. Besorgt von H. Hergesell.

Dr. **R. Süring.** Die Ergebnisse der Berliner wissenschaftlichen Luftfahrten. Himmel und Erde **14**, 2, 49—70.

Victor Ritter Niesiolowski-Gawin von Nieiolowice. Ueber das Problem der Luftschiffahrt. Vortrag, gehalten am 9. März 1900 im militärwissenschaftl. u. Casino-Verein in Wien. Sonderabdr. aus dem „Organ der militär-wissenschaftl. Vereine, LXI. Bd.". Gr. 8°. 54 S. Wien, Dirnböck's Buchh., 1901.

Hiram Maxim. On aërial navigation by bodies heavier than air. Nature **65**, 1677, 167.

Eric Stuart Bruce. On navigable balloons and the scientific aspects of M. Santos Dumont's experiments. Nature **65**, 1677, 167.

J. **Armengaud** jeune. Méthode graphique permettant d'étudier les circonstances de la marche d'un aérostat dirigeable, par l'examen de la projection de sa trajectoire sur le sol. C. R. **133**, 22, 900—903 (25. Novbr. 1901).

H. Weisse. Der dynamische Flugapparat. Seine Verfehmung, seine naturgeschichtliche Grundlage und seine Zukunft. Berlin 1901.

Gustav Koch, Aëronaut, Flugtechniker. Das Flugschiff, das schnellste Wasserfahrzeug zur Vermittelung des Ueberganges von der Wasser- zur Luftschiffahrt. München, H. Lukaschik, 1901.

Lawrence Rotch. Ein neues Feld für die Erforschung der höheren Luftschichten mittelst Drachen. Met. ZS. **18**, 11, 524—526, 1901.

Eine neue Verwendung der Drachen für meteorologische Zwecke. Globus **80**, 343.

A. Lawrence Rotch. Meteorological Observations with kites at sea. Science **14**, 362, 896—897.

Grösste bei einer Luftballonfahrt erreichte Höhe. Geogr. ZS. **17**, 526.

A. L. Rotch. Sounding the Ocean of Air: 6 Lectures before the Lowell Institute, Boston, Dec. 1898. 12mo. $6^7/_8 \times 4^5/_8$, p. 184. (Romance of Science.)

Henry Helm Clayton. Effect of diminished air-pressure on the pulse. Science **14**, 357—696.

J. **Tissot** et **Hallion.** Les phénomènes physiques et chimiques de la respiration à différentes altitudes, pendant une ascension en ballon. C. R. **83**, 23, 949—951 (2. Dec. 1901).

J. Gaule. L'augmentation des globules rouges du sang dans l'ascension en ballon. C. R. **133**, 22, 903—904 (25. Nov. 1901).

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

T. L. Phipson. Researches on the Past and Present History of Earth's Atmosphere. Incl. Latest Discoveries and there Practical Applications. Cr. 8vo. $7^1/_2 \times 4^7/_8$, p. 206. Griffin.

W. Ramsay. The Inert Constituents of the Atmosphere. Popular Science Monthly. New York **59**. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

W. Ramsay. The Inert Constituents of the Atmosphere. Nature **65**, 1677, 161—164.

J. D. Liveing und **James Dewar.** Ueber die Trennung der am wenigsten flüchtigen Gase der atmosphärischen Luft und ihre Spectra. Proc. Roy. Soc. **88**, 389—398, 1901. [Naturw. Rundsch. **16**, 51, 653—654, 1901.

G. L. Liveing and **J. Dewar.** On the Separation of the Least Volatile Gases of Atmospheric Air, and their Spectra. Journ. de phys. (3) **10**, 763—764, Dec. 1901 (Ref.).

S. Arrhenius. Ueber die Wärmeabsorption durch Kohlensäure und ihren Einfluss auf die Temperatur der Erdoberfläche. (Stockholm, Acad.) 1901.

Dr. **A. Battandier.** La pluie de sang. Le Cosmos, avril 1901, 397. Ann. soc. mét. de France **49**, 271, Oct. 1901.

St. Meunier. Sur la pluie de sang observée à Palerme dans la nuit du 9 au 10 mars. C. R. avril 1901, 894. Ann. soc. mét. de France **49**, 268, Oct. 1901.

Richard Strachan. Red Rain, March 10—11, 1901. Quart. Journ. Met. Soc. London 27, 239. Month. Weather Rev. 29, 8, 356.
E. Bertainchaud. Sur les poussières atmosphériques observées à Tunis le 10 mars 1901. C. R. mai 1901, 1153. Ann. soc. mét. de France 49, 295, Nov. 1901.
J. A. Ippen, Graz. Ueber den rothen Schnee (gefallen am 11. März 1901). Centralbl. f. Min. 1901, 19, 578.
Une pluie de sang à Bruxelles. Ciel et Terre, mars 1901, 50. Ann. soc. mét. de France 49, 268 Oct. 1901.
Examen spectroscopique des poussières atmosphériques. Ciel et Terre, avril 1901, 101. Ann. soc. mét. de France 49, 272, Oct. 1901.
Pluie de Fourmis. Nature 29, 230—231. Month. Weather Rev. 29, 8, 356.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

W. Very Frank. The solar constant. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 357—366.
Th. Moreux. La loi des grands écarts thermiques dans l'atmosphère. Le Cosmos, mars 1901, 265. Ann. soc. mét. de France 49, 267, Octob. 1901.
Relations entre la température des hivers et celle de l'été. Le Cosmos, mai. 1901, 576. Ann. soc. mét. de France 49, 298, Nov. 1901.
Augustin. Die Temperaturverhältnisse der Sudetenländer. Prag 1899 und 1900. 1. u. 2. Theil.
G. Valentin. Der tägliche Gang der Lufttemperatur in Oesterreich. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901. C. Gerold's Sohn.
Wilh. Trabert. Isothermen von Oesterreich. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901. C. Gerold's Sohn.
Stanislav Kostlivy. Der tägliche Temperaturgang von Wien, Hohe Warte, für die Gesammtheit aller Tage, sowie an heiteren und trüben Tagen. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901. C. Gerold's Sohn.
Momber. Ueber milde November in Danzig. Schr. d. Danz. Ges. 10, 2 u. 3. Danzig 1901, XXXII—XXXIII.
P. Polis. Die Temperaturumkehrung im Gebiete des hohen Venns und der Eifel am 17. u. 18. Dec. 1900. Wetter 1901, 7 u. 8.
H. Mohn (Christiania). Absolute Maximumtemperaturen in Norwegen. Met. ZS. 1901, 18, 11, 515—518.
Henry L. Abbot. Our Killing Heat. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 371.
Die amerikanische Hitzwelle. Gaea 37, 636. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 357.

2D. Luftdruck.

W. v. Bezold. Ueber die Darstellung der Luftdruckvertheilung durch Druckflächen und durch Isobaren. Arch. Néerl. (2) 6, 563—574, 1901.
E. Salvioni. Un esperienza per dimostrare il decrescere della pressione atmosferica con l'altezza. (Ref.) Journ. de phys. (3) 10, 762, Dec. 1901.
Max Margules. Ueber den Arbeitswerth einer Luftdruckvertheilung und über die Erhaltung der Druckunterschiede. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901. C. Gerold's Sohn.

2E. Winde und Stürme.

W. Marriott. On atmospheric currents. Nature 65, 1677, 167.
H. Wild. Ueber den Föhn und Vorschlag zur Beschränkung seines Begriffs. Basel, Georg u. Co.
J. Eliot. The Air-Movement at Simla and in the western Himalayas. (Indian Met. Mem. 6, 5. Calcutta 1899. Ref. Peterm. Mitth. 47, 11, 185—186.
Dr. Rob. Klein. Ueber den täglichen Gang der meteorologischen Elemente bei Nordföhn. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901. C. Gerold's Sohn.

Paul Czermak. Experimente zum Föhn. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901. C. Gerold's Sohn.

Ed. Mazelle. Einfluss der Bora auf die tägliche Periode einiger meteorologischer Elemente. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901. C. Gerold's Sohn.

Neugebauer. Windhose. Wetter **18**, 264.

Un cyclone au Texas. (Ref.) Ann. soc. mét. de France **49**, Octob. 1901, 266. La Nature, mars 1901.

John H. Eadie. The Tornado in Hudson County. N. J. on August 24, 1901. Monthl. Weath. Rev. **29**, 8, 355.

Trombes. Ciel et Terre, avril 1901, 99. Ann. soc. mét. de France **49**, Octob. 1901, 272.

Pluies et tempêtes. La Nature, avril 1901. Ann. soc. mét. de France **49**, Octob. 1901, 269.

James J. Gray. Tornado and Waterspout at Norfolk, Va. on August 6, 1901. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 372.

Tempêtes. La Nature, avril 1901, 269. Ann. soc. mét. de France **49**, Octob. 1901, 269.

Richard Strachan. A Feeding Storm. Quart. Journ. Met. Soc. **27**, 198. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

J. Hann. J. R. Sutton über die Winde von Kimberley. Met. ZS. 1901, **18**, 11, 529—533.

2 F. Wasserdampf.

Ostwald's Classiker der exacten Wissenschaften. Nr. 114—116. 8°. Leipzig, W. Engelmann. Kart.

115. Horace Bénédicte de Saussure. Versuch über die Hygrometrie. 1. Heft. 1. Versuch. Beschreibung eines neuen vergleichbaren Hygrometers. 2. Versuch. Theorie der Hygrometrie. Neuchâtel, 1783. Mit einer Tafel u. Vignette, hrsg. v. A. J. v. Oettingen.

Neuhoff. Adiabatische Zustandsänderungen feuchter Luft und deren rechnerische und graphische Bestimmung. Abhandl. d. Kgl. preuss. Meteorol. Institutes **1**, 6—8, 271—306. Berlin 1901, Asher u. Co.

Richard Strachan. Vapour Tension in Relation to Wind. Quart. Journ. Met. Soc. **27**, 197—198. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

Alexander Mc Adie. Fog Studies on Mount Tamalpais. Popular Science Monthl. New York **59**. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

Foster's Fog Signals. Scient. Amer. **85**, 200. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

The Autumn Haze. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 374.

Richard Strachan. Cloud Observations at Toronto. Quart. Journ. Met. Soc. London **27**. 195—196. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

Dr. **Vict. Conrad.** Ueber den Wassergehalt der Wolken. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901. C. Gerold's Sohn.

La hauteur des nuages. Le Cosmos, mai 1901, 607. Ann. soc. mét. de France. **49**, Nov. 1901, 298.

Nuages mamelonnés. Ciel et Terre, avril 1901, 76. Ann. soc. mét. de France **49**, Octob. 1901, 272.

Karl Gerlich. Schlauchförmige Wolken. Met. ZS. 1901, **18**, 11, 540.

Charles Ritter. Le nuage et son rôle dans la formation de la pluie. Ann. soc. mét. de France **49**, 203—234. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

C. Kassner. Hagelthurmwolken. Met. ZS. 1901, **18**, 11, 526—528.

2 G. Niederschläge.

G. Hellmann. Regenkarte der Provinzen Brandenburg und Pommern, sowie der Grossherzogthümer Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz. Berlin 1901, D. Reimer.



G. **Hellmann.** Regenkarte der Provinzen Westpreussen und Posen. 1 : 1 600 000. 27,5 × 21 cm. Farbdr. Mit erläut. Text u. Tab. gr. 8°. (27 S.) Berlin, D. Reimer.
M. E. **Renou.** Pluie mensuelle à Vendôme pendant la dernière moitié du 19. siècle. Ann. soc. mét. de France **49**, Octob. 1901, 259—261.
Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogth. Baden. Hrsg. v. dem Centralbureau f. Meteorologie und Hydrographie. 10. Heft. gr. 4°. Karlsruhe, G. Braun'sche Hofbuchdr.
10. Prof. Dr. Chr. Schultheiss. Die Niederschlagsverhältnisse des Grossherzogth. Baden. 2. Bearbeitung auf Grund der Beobachtungen der Jahre 1888 bis 1897. Mit 8 graph. Beilagen. (VII, 100 S. m. Fig.) 1900.
Abhandlungen des königl. sächs. meteorologischen Institutes. Hrsg. v. der Direction des königl. sächs. meteorologischen Institutes in Chemnitz. 6. Heft. gr. 4°. Leipzig, A. Felix.
6. Prof. Dr. Paul Schreiber. Die Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Gebiet der Weisseritz während der Jahre 1866 bis 1900, und die sich daraus ergebende Einwirkung von Stauanlagen auf die Nutzung des Wassers und die Abflussvorgänge. (IV, 46 S.) 1901.
G. **Wyssotzky.** L'Humidité du sol et du sous-sol dans les steppes russes boisés ou nus (Véliko-Anadol). In-8°, 19 p. Nancy, Berger-Levrault et Ce.
Rainfall in South Australia and the Northern Territory during 1898, with weather characteristics of each month. By Charles Todd, Adelaide 1901.
Ein merkwürdiger Regen. Gaea **37**, 634. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.
Ausserordentlicher Regenfall auf Lussin piccolo. Met. ZS. 1901, **18**, 11, 543.
Mazelle. Ausserordentliche Regenintensität. Met. ZS. 1901, **18**, 11, 528—529.
Dr. **Richard Henning** (Berlin). Extreme Witterungserscheinungen. Wetter **18**, 251.
La neige. La Nature, avril 1901. Ann. soc. mét. de France **49**, Octob. 1901, 269.
C. **Marsillon.** Tourmentes de neige. Le Cosmos, mars 1901, 365. Ann. soc. mét. de France **49**, Octob. 1901, 267.
M. **Jansson.** Ueber die Wärmeleitungsfähigkeit des Schnees. (Stockholm, Akad.) 1901.
H. **Dufour.** Formation de la grêle. Arch. sc. phys. **12**, 10, 419.
K. **Szuli.** Hagelschläge in Galizien. Ref. Krakauer Anz. **7**, 1901, 408—410.
Enr. **Pozzoli.** Sulla formazione della grandine e sui mezzi per combatterla. Voghera, 1900. 8°. p. 24.
J. R. **Plumandon.** Théorie de la grêle, conférence faite à l'hôtel de ville de Clermont-Ferrand, dans une séance de la Société d'horticulture et de viticulture, le 29 avril 1900. In-8°, 24 p. Clermont-Ferrand.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

C. **Liebenow.** Die atmosphärische Elektricität, ihre Vertheilung und wahrscheinlichen Ursachen. gr. 8°. (VII, 40 S.) Halle, W. Knapp.
Pocchettino. Ergebnisse einiger Messungen der Elektricitätszerstreuung in freier Luft. Met. ZS. 1901, **18**, 11, 540—542.
Hans Benndorf. Ueber die Störungen des normalen atmosphärischen Potentialgefälles durch Bodenerhebungen. (Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wiss. 2a, 1900, **109**, 923.) Ref. Met. ZS. 1901, **18**, 11, 542.
J. S. **Townsend.** Diffusions of Ions produced in Air by Action of Radioactive Substance, Ultra-Violet Light, and Point Discharges. Phil. Trans., A. vol. 159, pp. 259—278. Dulau.
R. H. **Curtis.** On Thunderstorms. Symon's Meteor. Magazine London **36**. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.
Hertzian Waves in Thunderstorms. Scient. Amer. **52**, 21531—21532. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.
S. J. **Fényi.** Ein Resultat der Gewitterregistrirung in Kalocsa. Met. ZS. 1901, **18**, 11, 534—536.

S. J. Fényi. Zur Theorie des Gewitterregistrators. Met. ZS. 1901, 18, 11, 536—537.
S. J. Engelen. Gewitter-Registrirapparat. Met. ZS. 1901, 18, 11, 537—538.
Orages et pluies. La Nature, avril 1901. Ann. soc. mét. de France 49, Octob. 1901, 270.
Mittheilungen über die Ergebnisse der Aufzeichnungen der Gewitterbeobachter im Grossherzogth. Mecklenburg-Schwerin. Vom grossherzogl. statist. Amt zu Schwerin. gr. 4°. (III, 74 S, mit 1 Karte.) Schwerin, Stiller.
L. Palazzo. Sur l'organisation en Italie des stations pour l'étude des orages et de la grêle. Congrès intern. de Météorol. de 1900.
J. R. Plumandon. Les orages et la grêle. Avec une introduction sur le tir du canon contre la grêle. Paris, Masson et Cie., Gauthier-Villars, 1901.
F. Neesen. Blitzschläge und Lehren aus denselben. Elektrot. ZS. 22, 48, 991—993.
Max Toepler (Dresden). Ueber die Richtung der elektrischen Strömungen in Blitzen. Met. ZS. 1901, 18, 11, 481—486.
Accroissement du nombre de coups de foudre. Ciel et Terre, mars 1901, 54. Ann. soc. mét de France 49, Octob. 1901, 268.
Richard Strachan. Lightning Research Committee. Quart. Journ. Met. Soc. London 27, 184. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 356.
Dr. **Schmidt.** Ueber Blitzschläge in Bäume. Schr. d. Danz. Ges. 10, 2 u 3. Danzig 1901.
Dr. **Boikwoldt**, Neustadt. Ueber das Vorkommen von Blitzschlägen an Rothbuchen. Schr. d. Danz. Ges. 10, 2 u. 3. Danzig 1901, 20—21.
Dunkle Blitze. Wetter 18, 260.
Verheerung durch einen Kugelblitz. Gaea 37, 634. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 356.
Max Toepler. Fragen zur Erforschung der Kugelblitze. Met. ZS. 1901, 18, 11, 533—534.
A Destructive Bolt of Lightning. Scient. Amer. 85, 202. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 356.
N. A. Hesehus (St. Petersburg). Kugel- und Flammenblitze als besondere Entladungsformen der atmosphärischen Elektricität. Phys. ZS. 2, 39, 578—580.
Ang. Riccia (Della), capitano. Studio sui parafulmini. Roma 1900. 8° fig. p. 78.
Serra-Carpi, ing. Gius. I diversi sistemi di parafulmini. Roma, 1900. 4°. p. 58.

21. Meteorologische Optik.

J. M. Pernter. Meteorologische Optik. 1. Absch. Wien 1902, W. Braumüller.
Wilhelm Schramm. Die Vertheilung des Lichtes in der Atmosphäre. Kiel 1901. Inaug. Diss. Kiel.
Wilh. Trabert. Die Extinction des Lichtes in einem trüben Medium. Met. ZS. 1901, 18, 11, 518—524.
J. M. Pernter. Untersuchungen über die Polarisation des Lichtes in trüben Medien und des Himmelslichtes mit Rücksicht auf die Erklärung der blauen Farbe des Himmels. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1901, C. Gerold's Sohn.
La couleur et la polarisation de la lumière céleste. Ciel et Terre 22, 1901, 338—343. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 356.
Vittorio E. Boccara. Sulle variazioni diurne della rifrazione atmosferica. Mem. Spettr. 30, 162—177. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 356.
Mittheilungen über den Regenbogen in Russland von E. Leyst. Bull. de la soc. imp. d. natur. de Moscou 1901. Globus 80, 22, 360.
E. Roger. Note sur un halo solaire remarquable observé le 15. septembre à Chateaudun. Ann. soc. mét. de France 49, Octob. 1901, 263—265.

Jean Mascart. Rayons lumineux divergents à 180° du Soleil. C. R. **133**, 480. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

L. Besson. Colonnes lumineuses des 26, 27 et 28 juin 1901. Ann. soc. mét. de France **49**, 235. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

William H. Pickering. Sonnenstrahl beim Untergang blau. Month. Not. **61**, 629. 1901.

W. H. Julius. Le rayon vert. Arch. Néerl. (2) **6**, 385—389, 1901.

Isabel Fry. Iridescent Clouds. Symons' Meteorolog. Magazine. London **36**, 140. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

J. Schubert, Eberswalde. Der Wärmeaustausch im festen Erdboden, in Gewässern und in der Atmosphäre. Phys. ZS. **3**, 6, 117—119, 1901.

J. W. Sandström. Ueber die Anwendung von Professor V. Bjerknes' Theorie der Wirbelbewegungen in Gasen und Flüssigkeiten auf meteorologische Beobachtungen in den höheren Luftschichten. Kg. Sv. Vet. Ak. Handl. **33**, 4, 1900.

E. J. Marey. Les mouvements de l'air étudiés par la chronophotographie. Nature **29**, 232—234. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

2 M. Praktische Meteorologie.

Richard Strachan. Weather Forecasts by Wireless Telegraphy. Quart. J. Met. Soc. London **27**, 198. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

Garriot. Forecasts and Warnings. Month. Weather Rev. **29**, 8, 341—345.

Dr. **Börnstein.** Vom zweiten Berliner Wettercursus. Wetter **18**, 11, 256.

Freybe. Der Wetterdienst der Landwirthschaftsschule zu Weilburg im Sommer 1901. Wetter **18**, 262.

W. J. van Bebber. Wissenschaftliche Grundlage einer Wettervorhersage auf mehrere Tage voraus. Hamburg 1901.

C. Bührer. Le tir des fortifications de Saint-Maurice provoque-t-il la pluie? Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. (4) **37**, 141 u. XXX—XXXII.

Dr. **Friedrich Klengel,** Chemnitz. Ueber das Wetterschiessgebiet bei Windisch-Feistritz im südlichen Steiermark. Wetter **18**, 247.

Rud. Szutsek, Oberstlieut. i. R. Das praktische Wetterschiessen. Bearb. v. S. als Leiter des Landes-Wetterschiessrayons nächst Windisch-Feistritz auf Grund seiner Erfahrungen in der Schiesssaison 1900. hoch 4°. (26 S. m. 3 Taf.) Graz, H. Wagner.

G. Vicentini. Sulla Presunta Efficacia degli Spari Contro la Grandine. Venezia, C. Ferrari, 1901.

Antonio Cappellini. I risultati negativi degli spari contro la grandine nel Veneto durante la Campagna 1900: appunti e memorie. Milano 1901. In-16, p. 36.

Les tirs contre la grêle. La Nature, mai 1901, 296. Ann. soc. mét. de France **49**, 296, Nov. 1901.

C. Maze. La lutte contre la grêle autrefois et aujourd'hui. Le Cosmos, avril 1901, 530. Ann. soc. mét. de France **49**, 271, Oct. 1901.

V. Vermorel. Etude sur la grêle. Défense des récoltes par le tir du canon. 2. édition. In-8°, 79 p. avec fig. Montpellier, Coulet et fils.

F. Houdaille. Les orages à grêle et le tir des canons. In-16°, 248 p. avec 63 figures. Paris, F. Alcan.

J. Dufour. Tir contre la grêle. Arch. sc. phys. **12**, 10, 418.

Cleveland Abbe. Cannonade against hail storms. Science **14**, 358, 738—739.

2N. Kosmische Meteorologie.

The Moon and the Weather. Month. Weather Rev. **29**, 8, 374.

Rud. Falb. Neuer Wetter-Kalender und Verzeichniss der kritischen Tage für 1902, Januar bis Juni. Berlin, H. Steinitz, 1901.

Rud. Falb's neuer Wetter-Kalender und Verzeichniss der kritischen Tage für 1901, Juli bis December. 16°. 80 S. Berlin, H. Steinitz, 1901.

La lune et les tempêtes. Le Cosmos, avril 1901, 514. Ann. soc. mét. de France **49**, 271, Oct. 1901.

Annals of Harvard College Astronomical Observatory. Vol. 43. Part. I. Eclipse Cyclone and Diurnal Cyclones, by H. H. Clayton. 4 Plates. Roy. 4to. p. 33. Wesley.

Robert De C. Ward. Eine wichtige Studie über Sonnenfinsterniss-Meteorologie. Naturw. Rundsch. **16**, 481—482. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

K. W. Zenger. Die Meteorologie der Sonne und das Wetter im Jahre 1890, zugleich eine Wetterprognose für die Jahre 1900 u. 1910. gr. 8°. XXIII und 80 S. mit 1 Taf. Prag, F. Řivnáč, 1901.

Dr. **Herm. Servus.** Die Störungen der Atmosphäre u. des Erdinnern durch Sonne und Mond. Neue Grundlagen der Meteorologie. 2 Thle. Progr. 4°. 18 S. Berlin, R. Gaertner, 1901.

2O. Meteorologische Apparate.

H. A. Naber. Das Luftbarometer. Wied. Ann. (4) **4**, 4.

H. F. Wiebe u. **P. Hebe.** Ueber das Verhalten der Aneroide bei tiefen Temperaturen. (Mittheilungen aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.) ZS. f. Instrk. **21**, 11, 331—333, 1901.

Richard Assmann. Der Aspirations-Meteorograph. Wetter **18**, 241.

B. Sresnewsky. Geschützte Rotations-Thermometer. Beitrag zur Frage über die Ermittelung der wahren Lufttemperatur. Jurjew 1901. Sitzber. d. Naturforscher-Ges. b. d. Univ. Jurjew. 23.

Ein optisches Thermometer zur Messung hoher Temperaturen. Gaea **37**, 632—633. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

Dr. **J. Pircher.** Ueber die Haarhygrometer. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, C. Gerold's Sohn, 1901.

E. Salvioni. Un nuovo igrometro. Ref.: J. de phys. (3) **10**, 762—763, 1901.

J. Schubert, Eberswalde. Zur Ermittelung der Luftfeuchtigkeit durch Psychrometer. Phys. ZS. **3**, 6, 120, 1901.

L. Besson. La herse néphoscopique. Annal. d. Montsouris **2**, 1901.

2P. Klimatologie.

Hugh Robert Mill. Climate and the Effects of Climate. Quart. Journ. Met. Soc. London **27**, 169—184. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

DD. **Jul. Ziegler** u. Prof. **Walt. König.** Das Klima von Frankfurt a. M. Eine Zusammenstellung der wichtigsten meteorologischen Verhältnisse von Frankfurt a. M., nach vieljährigen Beobachtungen im Auftrage des Physikal. Vereins bearb. Nachtrag. Lex.-8°. IV, XXII u. 68 S. m. zwei Steindr.-Taf. Frankfurt a. M., Reitz u. Küchler, 1901.

Rud. Kummer. Das Klima von Hamburg in den Jahren 1876 bis 1899. Progr. gr. 4°. 32 S. m. Fig. Hamburg, Herold, 1901.

Giuseppe Bongiovanni. Risultati decadici, mensili e annui delle osservazioni fatte nel dodecennio 1884—1895, con note sul clima di Ferrara e confronti con quello di altre città. Ferrara 1900. In-4°, p. 219 e 15 tav.

Wilh. Meinardus. Der klimatologische Atlas des Russischen Reiches. Peterm. Mitth. **47**, 145—151. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

Fr. Bidlingmaier. Antarctic Climate. Scottish Geographical Magazine. Edinburgh **17**, 473—480. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

L., V. D. Le climat Saharien. Ciel et Terre **22**, 356, 1901. Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.
W. Alleyne Ireland. The Climatic Control of Government in the Tropics. Science **14**, 363, 938.
Report of the Meteorological Service of Canada. By R. F. Stupart. For the year 1898. Inaug.-Diss. Kiel.
M. Draenert, Uberaba, Brasilien. Das Klima im Thale des Amazonas-Stromes. Met. ZS. **18**, 11, 504—514, 1901.
A. Riggenbach-Burckhardt. Zum Klima von Ober-Mesopotamien. Met. ZS. **18**, 11, 538—539, 1901.
J. Lyons. Hawaiian climatological data for august. Month. Weather Rev. **29**, 8, 351—352.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Eduard Suess. The Face of the Earth. Das Antlitz der Erde. Ref.: Nature **65**, 1677, 145—148.

3 B. Theorien der Erdbildung.

Jan. Dlabač, Ingen. Studien über Probleme der Erdgeschichte. Lex.-8°. 195 S. Jungbunzlau, V. Klement, 1901.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

M. Haid. Die modernen Ziele der Erdmessung. Festrede. Karlsruhe, J. Braun.
Dr. **Ant. Baule.** Lehrbuch der Vermessungskunde. Leipzig, B. G. Teubner, 1901.
Wilh. Miller. Die Vermessungskunde. Ein Taschenbuch für Schule und Praxis 12°. IX u. 164 S. m. 117 Abbildgn. Hannover, Gebr. Jänecke, 1901.
Die astronomisch-geodätischen Arbeiten des k. u. k. militär-geographischen Institutes in Wien. Wien, R. Lechner's Sort.
Joachim Unger. Die Gravitation ist eine Fiction, ebenso die Trägheit der Körper und können den elliptischen Umlauf der Planeten nicht erklären. Lösung dieses Problems, ferner das des Sonnenlichtes, der Sonnenflecken und der Mondphasen mit allen räthselhaften Erscheinungen auf natürliche Weise, während die Methoden der öffentlichen Schulen ungenügend und falsch sind. Mit Anhang: Entdeckung der wahren Theorie des Jahresumlaufes der Erde um die Sonne. 2. Aufl. gr.-8°. 16, 11 S. Amonesta, Leipzig 1901.
Die königl. preussische Landes-Triangulation. Abrisse, Coordinaten und Höhen sämmtlicher von der trigonometrischen Abtheilung der Landesaufnahme bestimmten Punkte. 18 Thle. Reg.-Bezz. Lüneburg u. Stade. Hrsg. v. d. triogonometr. Abthlg. d. Landesaufnahme. Mit 14 Beilagen. Lex.-8°. VIII u. 812 S. Berlin, E. S. Mittler u. Sohn, 1901.
Zur projectirten Gradmessung in Afrika. Weltall **2**, 2, 30—31.
R. Reynolds. Tables for finding Latitude from Exmeridian Altitudes of Sun and principal Fixed Stars and Planets to 62° of Declination for use at Sea. 3rd ed. roy. 8vo. $9^5/_8 \times 6^1/_4$, pp. 20. Imray.
Jos. Adamczik, Ingen. Compendium der Geodäsie. gr. 8°. VIII u. 515 S. m. Fig. Wien, F. Deuticke.
Leopold v. Beckh-Widmanstetter. Astronomische Arbeiten des k. k. Gradmessungs-Bureaus, ausgeführt unter der Leitung des Hofrathes

Theodor v. Oppolzer. Nach dessen Tode herausgegeben von Prof. Dr. Edmund Weiss u. Dr. Robert Schram. XI. Bd. Längenbestimmungen. Publicationen f. d. internat. Erdmessung. 4°. IX u. 271 S. Prag, Wien, Leipzig, Tempsky, 1899.

Dr. **J. B. Messerschmitt.** Internationale Erdmessung. Das Schweizerische Dreiecknetz, herausgeg. v. d. Schweizerischen geodätischen Commission. 9. Polhöhen und Azimutmessungen. Das Geoid der Schweiz. Zürich, Fäsi u. Beer (vorm. S. Höhr), 1901.

Dr. **E. Hammer.** Der Hammer-Fennels'sche Tachymeter-Theodolit und die Tachymeterkippregel zur unmittelbaren Lattenablesung von Horizontaldistanz und Höhenunterschied. Beschreibung u. Anleitung zum Gebrauch des Instrumentes. Erste Genauigkeitsversuche. Stuttgart, K. Wittwer, 1901.

Nautisches Jahrbuch oder Ephemeriden und Tafeln für das Jahr 1904 zur Bestimmung der Zeit, Länge und Breite zur See nach astronomischen Beobachtungen. Hrsg. v. Reichsamt des Innern, unter Leitung v. Geh. Reg.-Rath Reichsinsp. Dr. C. Schrader. gr. 8°. XXIV u. 324 S. Berlin, C. Heymann, 1901.

D'Avila. Nivelamentos de precisão em Portugal. Lissabon 1900. ZS. f. Instrk. 21, 11, 344, 1901.

Otto Koll, Geh. Finanzr. vortr. Rath. Die Theorie der Beobachtungsfehler und die Methode der kleinsten Quadrate mit ihrer Anwendung auf die Geodäsie und die Wassermessungen. 2. Aufl. Lex.-8°. XII, 323 u. 31 S. Berlin, J. Springer, 1901.

Processo verbale delle sedute della commissione geodetica italiana, tenute in Milano nei giorni 5 e 6 settembre 1895 e nei giorni 26, 27 e 28 giugno 1900. 4°. p. 81, con quattro tavole.

Die Ergebnisse der Triangulirungen des k. u. k. militär-geographischen Institutes. I. Bd. Triangulirung 1. Ordnung im westl. Theile der Monarchie und den südl. anschliessenden Gebieten. Hrsg. v. k. u. k. milit.-geograph. Institut. Lex.-8°. X u. 217 S. m. Abbildgn. u. 7 Taf. Wien, R. Lechner, Sort., 1901.

F. Koenig, Kreis-Wintersch.-Dir. Feldmessen und Nivelliren. gr. 8°. 68 S. m. 118 Fig. Bautzen, E. Hübner, 1901.

G. K. Burgess. Recherches sur la constante de gravitation (thèse). In-8°, 61 p. Paris, Hermann.

Die Ergebnisse der Triangulation der Schweiz. Herausg. durch d. eidgenöss. topograph. Bureau. 6. Lfg. Kanton Aargau. gr. 4°. 148 S. m. Fig. u. 1 Karte. Bern, Schmid u. Francke, 1900.

Die Fixpunkte des Schweizerischen Präcisionsnivellements. — Les repères du nivellement de précision de la Suisse. Hrsg. durch d. eidgen. topograph. Bureau. 11. Lfg. Fol. Bern, Schmid u. Francke.

XI. Sargans — Landquart — Thusis — Surava — Davos — Landquart. Albulapass. Flüelapass. VII u. 63 S. m. z. Thl. farb. Fig. u. einer Karte.

S. C. Chandler. Variation of Latitude. Astron. Journ. 22, 511. Nature 65, 1675, 113.

Die Fixpunkte des Schweizerischen Präcisionsnivellements. — Les repères du nivellement de précision de la Suisse. Hrsg. durch d. eidgen. topograph. Bureau. 12. Lfg. Fol. Bern, Schmid u. Francke.

XII. Brig — Gletsch — Furka — Andermatt — Schwiz — Pfäffikon. Schwiz — Luzern. Goldau — Rigi. VII u. 67 S. m. z. Thl. farb. Fig. u. einer Karte. 1901.

E. Fergola, F. Angelitti e M. Rajna. Determinazione della differenza di longitudine tra Napoli e Milano, mediante osservazioni fatte nel 1888. 4°. pag. 138. Milano, Hoepli.

G. Neumayer. Bestimmung der Länge des einfachen Secundenpendels auf absolutem Wege, ausgeführt in Melbourne vom Juli bis October 1863. München, Abhandl. Akad., 1901.

Sir **George Gabriel Stokes.** On the Effect of the Internal Friction of Fluids on the Motion of Pendulums. Mathematical and Physical Papers. 3. Cambridge 1901, 1—141.

G. **von Neumayer.** Schwerkraftsbestimmungen auf dem Australischen Festlande. Arch. Néerl. (2) 6, 333—348, 1901.

Die Königl. Preussische Landes-Triangulation. Theil 11: Das Pfälzische Dreiecknetz; die Elsass-Lothringische Dreieckskette und das Basisnetz bei Oberbergheim; der Französische Anschluss. Gemessen u. bearbeitet v. d. trigonometr. Abthlg. d. Landesaufnahme. Berlin 1901.

K. R. Koch. Relative Schweremessungen. 1. Messungen auf 10 Stationen des Tübinger Meridians. Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. Württemberg 1901, 356. ZS. f. Instrk. 21, 269—271, 9. Sept. 1901.

F. R. Helmert. Ueber die Reduction von Lothabweichungen auf ein höher gelegenes Niveau. Arch. Néerl. (2) 6, 442—447, 1901.

F. R. Helmert. Zur Bestimmung kleiner Flächenstücke des Geoids aus Lothabweichungen mit Rücksicht auf Lothkrümmung. Sitzber. d. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, G. Reimer, 1901.

Die Vermessung des deutschen Kiautschou-Gebietes. Darstellung der Methoden u. Ergebnisse mit 11 Kartenanlagen (in Karton). Bearb. im Reichs-Marine-Amt auf Grund der Aufnahmen im Schutzgebiet in den Jahren 1898 bis 1900. Fol. 90 S. Berlin, D. Reimer, 1901.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

Radcliffe Observatory, Oxford. Observations made from 1892 to 1899. Science 14, 863.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

A. Stübel. Ein Wort über den Sitz der vulcanischen Kräfte in der Gegenwart. Leipzig 1901.

G. de Lorenzo. Un Paragone tra il Vesuvio e il Vulture. Rend. di Nap. (3) 7, Agosto a Novembre 1901, 315—320.

V. Sabatini, Ing. I vulcani dell'Italia centrale e i loro prodotti. Parte I (Vulcano laziale), pubblicata a cura del r. ufficio geologico. Roma 1900. 8°. fig. XV u. 392, con undici tavole.

S. Figee. Vulkanische verschijnselen en aardbevingen in den Oost-Indischen Archipel waargenommen gedurende het jaar 1899, verzameld door het K. Magn. et Met. Obs. te Batavia (Naturk. Tijdschr. voor Nederlandsch-Indië, Weltevreden 60, 157—218, 1901). Ref.: Peterm. Mitth. 47, 11, 189.

Arthur Wichmann. Der Ausbruch des Gunung Ringgit auf Java im Jahre 1593 (ZS. d. D. Geol. Ges. 52, 640—660, 1900). Peterm. Mitth. 47, 11, 189.

Die Kivu-Vulkane. Briefl. Mitth. des Kaiserl. Grenzcommissars Hauptmann Hermann. Peterm. Mitth. 47, 11, 1901.

B. Koto. The scope of the vulcanological Survey of Japan. Earthquake Investigation Committee 3, 8, Tokyo 1900.

8 F. Erdbeben.

G. Gerland. 1. Jahresbericht des Directors der kaiserl. Hauptstation für Erdbebenforschung für 1901. Beitr. z. Geophysik v. Gerland 5, 1, Leipzig 1901.

Bericht der Erdbeben-Commission f. d. Jahr 1899 bis 1900. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. 83. Jahresversammlung Chur 1901, 166—167.

W. Schlüter. Schwingungsart u. Weg der Erdbebenwellen. Theil 1: Neigungen. Göttingen 1901.

S. Tanabe. Etude sur la résistance à la traction des joints de briques. Earthquake Investigation Committee 3, 8, Tokyo 1900.

W. Laska. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Lemberg. Wien (Akad.) 1901.

Rudolf Hoernes (Graz). Erdbeben und Stosslinien Steiermarks. Wien. Anz. 1901, Nr. 19, 220.

Dr. **W. Láska** (Lemberg). Die Erdbeben Polens. Des historischen Theils I. Abtheilung. Wien. Anz. 1901, Nr. 19, 220.

Albin Belar. Laibacher Beben. gr. 8°. 16 S. mit 3 Taf. Bamberg. Laibach, O. Fischer.

Josef Gränzer. Das sudetische Erdbeben vom 10. Jänner 1901. Mit 1 Karte. Sonderabdruck aus den Mittheilungen des Vereines der Naturfreunde in Reichenberg, XXXII. Jahrg. 1901. Reichenberg 1901. Verlag des Vereines der Naturfreunde. Sollors. gr. 8°. 77 S. Reichenberg, Sollors.

P. F. Schwab. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1900. Mitth. d. Erdbebencommission d. K. Akad. d. Wiss. Wien 1901, 1—5.

V. Uhlig. Bericht über die seismischen Ereignisse des Jahres 1900 in den deutschen Gebieten Böhmens. Wien (Akad.) 1901.

R. Hoernes. Erdbeben in Steiermark während des Jahres 1899. Mitth. naturw. Ver. Steiermark 1900, 37. Graz.

E. Mazelle. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlert'schen Horizontalpendel im Jahre 1900. Wien (Akad.) 1901.

E. v. Mojsisovics. Allg. Ber. u. Chronik über im Jahre 1900 im Beobachtungsgebiet eingetretene Erdbeben. Mitth. d. Erdbebencommission d. K. Akad. d. Wiss. Wien 1901, 1—5.

Münchener geographische Studien, herausg. v. Siegm. Günther. 8. u. 9. Stück. gr. 8°. München, Th. Ackermann.

Hans Woerle. Der Erschütterungsbezirk des grossen Erdbebens zu Lissabon. Ein Beitrag zur Geschichte der Erdbeben. Mit 2 Karten. VI u. 149 S.

M. Baratta. I terremoti d'Italia: saggio di storia, geografia e bibliografia sismica italiana. Torino 1901. In-8°. p. 960, con 136 tav.

R. Stiattesi. Spoglio delle osservazioni sismiche dal 1.° novembre 1899 al 31 ottobre 1900 (anno meteorico 1900): bollettino sismografico dello osservatorio di Quarto Castello (Firenze). Borgo 1900. In-8°, p. 62.

Mario Baratta. Materiali per un catalogo dei fenomeni sismici avvenuti in Italia. II (Notizie di terremoti sentiti in Reggio Emilia). Voghera 1899. 8°. p. 10.

Un tremblement de terre à Rome. Le Cosmos, mai 1901, 543. Ann. soc. mét. de France **49**, 298, Nov. 1901.

Tremblement de terre. La Nature, avril 1901. Ann. soc. mét. de France **49**, 268, Octob. 1901.

J. Rekstad. Jordskjaelo i Norge aarene 1895 bis 1898. Bergens Museum Aarbog 1899, **9**.

C. F. Kolderup. Jordskjaelo i Norge i 1899 Bergens Museum Aarbog 1899, **4**. Ref.: Peterm. Mitth. **47**, 11, 177, 1901.

R. D. Oldham. List of aftershocks of the Great Earthquake of 12. June 1897 (Mem. Geol. Survey of India **30**, 1—102, 1900). Ref.: Peterm. Mitth. **47**, 11, 185—186, 1901.

E. Rudolph. Die Fernbeben des Jahres 1897. Beitr. z. Geophysik v. Gerland **5**, 1, Leipzig 1901.

Tremblements de terre. La Nature, mai 1901. Ann soc. mét. de France **49**, 296, Nov. 1901.

Tremblements de terre. La Nature, mai 1901. Ann. soc. mét. de France **49**, 297, Nov. 1901.

A. D. M. Verbeek. Kort verslag over de aard-en zeebeving af Ceram, d. 30. Sept. 1899 (Natuurk. Tijdschr. voor Nederlandsch-Indië, Wetterreden **60**, 219—228, 1901). Ref.: Peterm. Mitth. **47**, 11, 189.

B. Mano. Appareil pour l'étude théorique des tremblements de terre. Earthquake Investigation Committee 3, 8, Tokyo 1900.

Tremblement de terre au Congo. Ciel et Terre, mars 1901, 25. Ann. soc. mét. de France 49, 267, Octob. 1901.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Dr. **H. Fritsche,** Dir. em. Die Elemente des Erdmagnetismus u. ihre säcularen Aenderungen während des Zeitraumes 1550 bis 1915. 3. Publication. gr. 8°. 62 autogr. S. St. Petersburg (Wassili Ostrow, kleiner Prospect 29) 1900, Selbstverlag. Ratzeburg, Frl. Louise Fritsche.

Carlheim-Gyllenskoeld. Sur l'état actuel de nos connaissances des variations séculaires du magnétisme de la terre. Congrès intern. d. Météorologie de 1900.

M. Védie. Sur les maxima et minima magnétiques et calorifiques des rayons solaires. C. R. 133, 10, 429.

G. de Rocquigny-Adanson. L'influence des courants des tramways sur les mesures galvanométriques. Ciel et Terre, mars 1901, 24. Ann. soc. mét. de France 49, 267, Octob. 1901.

E. Mascart. Perturbations magnétiques produits par les tramways électriques à l'observatoire de Nice. Arch. Néerl. (2) 6, 550—554, 1901.

W. v. Bemmelen. Pulsations de la force magnétique terrestre. Arch. Néerl. (2) 6, 382—384, 1901.

M. Eschenhagen. Ueber eine neue Form der Lloydschen Wage. Terrestr. Magnetism 1901, July.

Axel Steen. Inklinationsbestemmelse med Foxcirkel. Overs. over Vidensk. Selsk. Moder i 1900, Christiania 7.

A. Schück. Magnetische Beobachtungen an der deutschen Ostseeküste, II, mittlerer und östlicher Theil, sowie an der Küste des südlichen Norwegen. Angestellt in den Jahren 1898 u. 1900. gr. 4°. 37 S. mit 4 Karten. Hamburg.

Bericht der deutschen Seewarte über die Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in dem deutschen Küstengebiet und in den deutschen Schutzgebieten während des Jahres 1900. Ann. d. Hydr. 29, 404—408. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 357.

M. Eschenhagen. Werthe der erdmagnetischen Elemente zu Potsdam für das Jahr 1900, sowie der Säcularvariationen für die Zeit von 1890 bis 1900. Ann. d. Phys. (4) 6, 423—427.

G. Lüdeling. Ergebnisse zehnjähriger magnetischer Beobachtungen in Potsdam. Berlin (Abhandl. Preuss. meteorol. Inst.) 1901.

Edward Kitto. Report of Magnetical Observations at Falmouth Observatory for the Year 1900. Proc. Roy. soc. 68, 449.

Oscar Doering. Observaciones magnéticas efectuadas en 1889 fuera de Córdoba con un magnetómetro de desviacion. Bol. Acad. Nacion. de Ciencias 16, 4, 427—492.

E. Mathias. Sur la loi de distribution régulière de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques en France au 1. Janvier 1896. Arch. Néerl. (2) 6, 412—429, 1901.

P. Passalsky. Anomalies Magnétiques dans la région des mines de Krivoï-Rog. Odessa. Société des travaux typographiques de la Russie Méridionale 1901.

Admiralty Manual for the deviations of the compass 1862. E. J. Evans and Archibald Smith. London 1901.

Fr. Bidlingmaier. The Work and Equipment for Earth Magnetism and Meteorology of the German South Polar Expedition, and Suggestions for International Cooperation during the time of the South Polar Research 1901 to 1903. Scottish Geographical Magazine. Edinburgh 17, 467—470. Monthl. Weather Rev. 29, 8, 356.

List of magnetic observations made by the officers of H. M. Ships and Indian Marine Survey during the years 1890 to 1900. London 1901.

H. Arctowski. Sur les variations périodiques des aurores australes observées à bord de la Belgica. Ciel et Terre, avril 1901, 79. Ann. soc. mét. de France **49**, 272, Octob. 1901.
Magnetische Aufnahmen in Indien. Globus **80**, 360.
E. Mathias. Sur la distribution régulière de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques en France au 1. janvier 1896. C. R. **133**, 22, 864—867, 25. Nov. 1901.
Dr. **B. Weinstein**, Reg.-R. Prof. Die Erdströme im deutschen Reichstelegraphengebiet u. ihr Zusammenhang mit den erdmagnetischen Erscheinungen. Mit einem Atlas, enth. 19 lith. Taf. (in gr. 4°). gr. 8°. VII u. 78 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn.
Henri Stassano. Les aurores polaires. Nature **29**, 235—236. Monthl. Weather Rev. **29**, 8, 356.

8 H. Niveauveränderungen.

E. Geinitz (Rostock). Postglaciale Niveauschwankungen der mecklenburgischen Küste. Centralbl. f. Min. 1901, 19, 582.

8 I. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

Aug. Neuber, Feldmarsch.-Lieut. Wissenschaftliche Charakteristik und Terminologie der Bodengestalten der Erdoberfläche. gr. 8°. XII u. 647 S. Wien, W. Braumüller, 1901.
Dr. **Felix Wahnschaffe**, Landesgeol. Prof. Priv.-Doz. Die Ursachen der Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. Mit 9 Beilagen u. 33 Textillustr. 2. Aufl. Zugleich 2. Aufl. v. „Forschungen zur deutschen Landes- u. Volkskunde" VI. Bd. 1. Heft. gr. 8°. V u. 258 S. Stuttgart, J. Engelhorn, 1901.
Dr. **A. Petermann's** Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Herausg. v. Prof. Dr. A. Supan. Ergänzungsheft Nr. 132. Lex.-8° Gotha, J. Perthes.
Prof. Dr. Ed. Richter. Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. Mit 6 Taf. u. 14 Fig. im Text. VI u. 103 S.
Jovan Cvijic. Morphologische und glaciale Studien aus Bosnien, der Hercegovina u. Montenegro. II. Theil: Die Karstpoljen. Mit 1 Taf. u. 2 Textfig. Abhandl. der k. k. geograph. Gesellschaft in Wien. III. Bd. Nr. 2. Lex.-8°. 85 S. Wien, R. Lechner (Wilh. Müller), 1901.
Realgymn.-Oberlehr. Dr. **Paul Fischer.** Sedimentbildung am heutigen Meeresboden, dargestellt auf Grund der neueren Tiefseeforschungen. Progr. gr. 4°. 66 S. mit Abbild. u. 2 Taf. Leipzig, J. C. Hinrichs' Verl., 1901.
J. Bert. Note sur les dunes de Gascogne. In-8°, 318 p. avec 8 planches et 11 grav. Paris.
Holdefleiss. Die Bodenbildung in den Tropen. ZS. f. Naturw. **74**, 1. u. 2. Heft, 128.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Luigi Hugues. Oceanografia. Torino, F.lli Bocca, 1901. In-16, p. 284.
Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausg. v. der Commission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel u. der biolog. Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. 3. Bd. Abtheil. Helgoland. 2. Heft. Mit 6 Taf., 20 Fig. im Text u. zahlreichen Tab. gr. 4°. III, S. 127—406. Kiel, Lipsius u. Tischer.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausg. v. der Commission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel u. der biolog. Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. 4. Bd. Abtheil. Helgoland. 1. Heft. Mit 2 Taf. u. 11 Fig. im Text. gr. 4⁰. 140 S. Kiel, Lipsius u. Tischer.

Otto Janson. Meeresforschung und Meeresleben. Aus Natur u. Geisteswelt. Leipzig, B. G. Teubner, 1901.

J. P. van der Stok. Nouvelles contributions à la connaissance des marées dans le détroit de macassar. Arch. Néerl. (2) **6**, 137—147, 1901.

Oceanic Depths and Serial Temperature Observations. Received at the Admiralty during the year 1900. Potter.

R. Dittmer, Capit. z. S. a. D. Das Nordpolarmeer. Nach Tagebüchern und Aufnahmen während der Reise mit S. M. S. „Olga". Mit 7 Kart. u. 101 Abb. gr. 8⁰. XVI u. 361 S. Hannover, Hahn, 1901.

H. N. Dickson. Circulation of Surface Waters of North Atlantic Ocean. Phil. Trans. (A.) vol. 196, p. 61—203, Dulau 1901.

L. V. D. La distribution de la température au fond des mers. Ciel et Terre **22**, 343—346. 1901; Month. Weather Rev. **29**, 8, 356.

8N. Stehende und fliessende Gewässer.

Abhandlungen des königl. sächs. meteorologischen Institutes. 5. Heft. gr. 4⁰. Leipzig, A. Felix.

5. Paul Schreiber, Prof. Dr. Orientirende Untersuchungen über die meteorologisch-hydrographischen Verhältnisse und die Wirkungsweise von Stauanlagen im Gebiete des Weisseritzflusses während des Jahres 1894 bis 1897. Hrsg. v. d. Direction des königl. sächs. meteorolog. Institutes in Chemnitz. IV u. 45 S. mit 1 Taf. 1901.

M. Knudsen. Hydrographical tables according to the measurings of C. Forch, J. P. Jacobsen, M. Knudsen and S. P. L. Sorensen and with the assistance of Bjorn-Andersen, H. J. Hansen, J. N. Nielsen, B. Trolle, A. Wohlk a. o. 68 Sider i 8 (Gad).

Zur Bewässerung des ariden Westens der Union. Globus **80**, 360.

F. A. Forel. La variation thermique des eaux. C. R., Mai 1901, S. 1089; Ann. soc. mét. de France **49**, Nov. 1901, 295.

Mart. Knudsen. Hydrographische Tabellen nach den Messungen von Carl Forch, J. P. Jacobsen, Mart. Knudsen u. S. P. L. Sorensen und unter Beihülfe von Biörn-Andersen, H. J. Hansen, J. N. Nielsen, B. Trolle, Alfr. Wohlk u. A. herausgegeben. 8⁰. V u. 63 S. Kopenhagen 1901. Hamburg, L. Friedrichsen u. Co.

Meddelelser, hydrologiske, for Kongeriget Norge (Renseignements hydrologiques pour le royaume de Norvège) udgivne af Kanaldirectoren. Vandstandsobservationer Bind I. Vandstandsobservationer i Glommen indtil 1894 og Vandmassekurver for Eidsvold, Skarnaes, Blaker og Sarpsborg. 3 Bl., 559 Sider. 5 Pl. og 1 Autotypi i 8. Kristiania, H. Aschehoung & Co.

Lahache. Etude hydrologique sur le Sahara français oriental (thèse). In-8⁰, 142 p. et 9 planches. Paris.

Ney. Wald- und Quellbildung. 23. Jahresber. d. Ver. f. Erdk., Metz 1901; Globus **80**, 359—360.

Frz. Weyde, Prof. d. R. Die Witterungs- und Wasserstandsverhältnisse in Budweis. Nach eigenen Beobachtungen und Berechnungen zusammengestellt. Mit einer lithogr. Karte der Schneehöhe. gr. 8⁰. 48 S. Budweis, L. E. Hansen, 1901.

Norwegen. Vandstandsobservationer **1**. Herausgeg. von der Canaldirection Christiania 1900.

E. Guinier. De l'influence des forêts sur le régime des eaux, conférence faite le 8⁰ juillet 1901 au congrès de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort, à Bourg par E. Guinier, ancien inspecteur des eaux et forêts. Besançon, imprimerie Jacquin, 1901.

A. Voller. Das Grundwasser in Hamburg. Mit Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit, der Niederschlagsmengen und der Flusswasserstände, der Luft- und Wassertemperaturen, sowie der Bodenbeschaffenheit dargestellt. Hamburg, L. Gräfe u. Sillau, 1901.

Bericht der limnologischen Commission für das Jahr 1899/1900. Verh. d. Schweiz. naturf. Ges., 83. Jahresvers., Chur 1901, S. 168—169.

Dr. **Halbfass.** Ueber den gegenwärtigen Stand der Seenforschung. Schr. d. Danz. Ges. 10, 2 u. 3. Danzig 1901.

Dr. **F. A. Forel.** Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie. Bibliothek geogr. Handbücher. Herausgeg. v. Prof. Dr. Friedr. Ratzel. gr. 8°. X u. 249 S. mit 16 Abb. u. 1 Taf. Stuttgart, J. Engelhorn.

F. A. Forel. Les matières organiques dans l'eau du lac. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. (4) 37, 141, 479—481.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. 5. Bd. gr. 8°. Leipzig, Duncker u. Humblot.

V. Willi Ule. Der Würmsee (Starnberger See) in Oberbayern. Eine limnologische Studie. Mit 15 Textfig., 5 Autotop. u. 1 Atlas v. 8 Taf. in gr. Fol. 1901, VI u. 211 S.

Geographische Abhandlungen. Herausgeg. von Prof. Dr. Albr. Penck. 7. Bd. 1. Heft. Lex.-8°. Wien, E. Hölzel.

1. Prof. Dr. Joh. Müllner. Die Seen am Reschen-Scheideck. Eine limnologische Studie. Mit 7 Abb. im Text u. 4 Taf. 46 S.

Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. Herausgeg. v. d. Balatonsee-Commission der ung. geogr. Gesellschaft. 1. Bd. Physikalische Geographie des Balatonsees und seiner Umgebung. 5. Theil. Physikalische Verhältnisse des Wassers des Balatonsees. I. Sect. hoch 4°. Wien, E. Hölzel.

I, 5, I. Gymn.-Prof. Dr. Joh. Sáringer. Temperaturverhältnisse des Balatonwassers. Mit 27 Tab. u. 15 Textfig. 1901, 55 S.

Dr. **Paul Schreiber.** Die Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Gebiete der Weisseritz während des Jahres 1866 bis 1900 und die sich daraus ergebende Einwirkung von Stauanlagen auf die Nutzung des Wassers und die Abflussvorgänge. Abh. d. königl. sächs. meteor. Inst. Chemnitz 6. Leipzig, A. Felix, 1901.

Ed. Maillet. Sur la prévision des crues à Pommeuse et à Coulommiers (Bassin du Grand-Morin) à l'aide des hauteurs de pluie. Ann. soc. mét. de France 49, 275—283, Nov. 1901.

Les crues. La Nature, mars 1901; Ann. soc. mét. de France 49, Octob. 1901, avril 270.

R. Marek. Der Wasserhaushalt im Murgebiete. Graz. Mitth. Naturw. Ver. 1901.

Wilhelm Krebs. Die meteorologischen Ursachen der Hochwasserkatastrophen in den mitteleuropäischen Gebirgsländern. Globus 80, 327.

Beiträge zur Hydrographie Oesterreichs. Herausgeg. vom kaiserl. königl. hydrographischen Centralbureau. 4. Heft. Die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1899 im österreichischen Donaugebiete. Fol. 162 S. mit Abb. u. 9 Taf. Wien, W. Braumüller.

L. Barron. Les Fleuves de France. La Garonne. In-8°, 272 pages avec 153 dessins par A. Chapon. La Loire. In-8°, 268 pages avec 134 dessins par A. Chapon. Paris, Laurens.

E. Maillet. Résumé des observations centralisées par le service hydrométrique du bassin de la Seine en 1899. Month. Weather Rev. 29, 8, 356.

H. C. Frankenfield. Rivers and floods, August 1901. Month. Weather Rev. 29, 8, 345—347.

Inondations aux Etats-Unis. La Nature, mai 1901. Ann. soc. mét. de France 49, 296, Nov. 1901.

Bericht der Flusscommission über die Jahre 1899/1900. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges., 83. Jahresvers., Chur 1901, S. 171—172.

R. Maximowitsch. Der Dnjeper und seine Wasser. Geschichte u. Hydrographie des Flusses. St. Petersburg 1901.

Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiete. Auf Veranlassung der Reichscommission zur Untersuchung der Stromverhältnisse des Rheines und seiner wichtigsten Nebenflüsse und auf Grund der von den Wasserbaubehörden der Rheingebietsstaaten gelieferten Aufzeichnungen von dem Centralbureu für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden. VI. Berlin, W. Ernst u. Sohn.

E. Wüst. Beiträge zur Kenntniss des Flussnetzes Thüringens vor der ersten Vereisung des Landes. Halle 1901.

30. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Sommerliche Eisbildung im Vulcangebiete der Auvergne. Globus 80, 22, 360.

R. Hauthal. Büsserschnee (Nieve penitente). Durch Insolation entstandene Eisfiguren der Andengletscher. Buenos Aires. Veröff. d. Akad.-Ver. 1901.

H. H. Kimball. Ice Caves and Frozen Wells as Meteorological Phenomena. Month. Weather Rev. 29, 8, 366—370.

Charles Rabot. Les Variations de Longueur des Glaciers dans les Régions Arctiques et Boriales. Arch. des Sc. Phys. et Nat. Geneva 1897, 1899 u. 1900. Science 14, 363, 928—930.

Ch. Rabot. Lagenänderungen der Gletscher der nordpolaren Zone. Globus 80, 328.

F. A. Forel. Les variations périodiques des Glaciers. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges., 83. Jahresvers., Chur 1901, 51—63.

Bericht der Gletschercommission für das Jahr 1899/1900. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges., 83. Jahresvers., Chur 1901, 173—177.

F. A. Forel. Le glacier des Rossboden près du village de Simplon. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. (4) 37, 141, XXXV.

Max Hildebrandt. Untersuchungen über die Eiszeiten der Erde, ihre Dauer und ihre Ursachen. Berlin, L. A. Kuntze, 1901.

Dickson-Glasgow. Die mittlere Temperatur der Atmosphäre und die Ursachen der Eiszeit. Globus 80, 23.

H. Arctowski. A propos de la question du climat des temps glaciaires. Ciel et Terre, mars 1901, 27. Ann. soc. mét. de France 49, Octob. 1901, 268.

Partsch. Glaciales aus dem Riesengebirge. Globus 80, 23 (Ref.).

Dr. **L. Rollier.** Sur l'existence d'anciens lacs glaciaires dans le Jura. Arch. sc. phys. 12, 10, 409—413.

Albr. Penck u. **Ed. Brückner.** Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, Ch. H. Tauchnitz, 1901.

W. C. Brogger. Om de senglaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet. Med bidrag af E. B. Münster, P. Oyen m. fl. Med 19 pl. og 69 fig. i teksten. 731 Sider i 8. Kristiania, H. Aschehoug & Co.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **1. Februar 1902.** **Nr. 2.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik“ soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

C. Christiansen. Laerebog i Fysik til Brug ved Polyteknisk Laereanstalt. Anden Udgave. 1 Haeft. 240 S. Nordiske Forlag, 1901.

A. E. Dolbear. Matter, Ether and Motion; the factors and relations of Physical Science. English edition by A. Lodge, London 1901.

A. E. Dolbear. The Romance of Science: The Machinery of the Universe. Mechanical conception of physical phenomena, London 1901.

E. Drincourt. Cours de physique à l'usage des candidats à l'école centrale des arts et manufactures et aux écoles des mines et des ponts et chaussées. Nouvelle édition. 680 S. Paris 1901.

E. Fernet et **J. Faivre-Dupaigne.** Cours de physique pour la classe de mathématiques spéciales. 4 éd. 1. Optique; notions de Mécanique; mesures des grandeurs; unités C.-G. S. 392 S. Paris 1901.

K. D. Krajewitsch. Lehrbuch der Physik für mittlere Unterrichtsanstalten. 16. Aufl., umgearbeitet und vermehrt von A. L. Gerschun. 716 S. St. Petersburg, 1901.

J. B. Martin et **J. Roy.** Eléments des sciences physiques et naturelles appliquées á l'agriculture, à l'industrie, à l'économie domestique, à l'hygiène. 3 éd. VIII u. 276 S. Paris, Delalain, 1901.

E. Wunschmann. Geschichte der Physik im 19. Jahrh. Das deutsche Jahrh. in Einzelschriften. 329—428, Berlin, F. Schneider u. Co., 1901.

G. G. Stokes. Mathematical and Physical Papers. Reprinted from Orig. Journals and Transactions with Additional Notes by Author. 3, 414 S. London, C. J. Clay, 1901.

1b. Maass und Messen.

Emile Raverot. Le système décimal et la mesure du temps et des angles. L'éclair. électr. 29, 464—475, 1901.

Ch. Ed. Guillaume. La convention du mètre et le bureau international des poids et mesures. Bull. Soc. d'encourag. pour l'ind. nat. 228 p. Paris, Gauthier-Villars, 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 12, 535—536, 1901.

Enrico Salvieri. Misura di masse compresse fra gr. 10^{-1} e gr. 10^{-6}. Comm. fatta alla R. Accad. Peloritana. 35 S. Messina 1901.

Miller, W. Lash and **F. B. Kenrick.** A Universal measuring Apparatus. Proc. and Trans. Canada (2) 6 [3], 97—104, 1900.

A. Leman. Bemerkungen über den Hensoldt'schen Entfernungsmesser. ZS. f. Instrk. 21, 368—370, 1901.

Hammer. Erwiderung auf vorstehende Bemerkungen. (Bemerkungen über den Hensoldt'schen Entfernungsmesser von A. Leman.) ZS. f. Instrk. **21**, 370, 1901.

Pierre Weiss. Sur un nouveau cercle à calculs. Bull. Soc. Franç. de phys. 1901, 77—79.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

Fritz Pregl. Ueber einen einfachen Apparat zum Trocknen im Vacuum bei beliebig hoher, constanter Temperatur. ZS. f. anal. Chem. **40**, 781—785, 1901.

J. Habermann und **A. Oesterreicher.** Ueber einen einfachen Kühler. ZS. f. anal. Chem. **40**, 769—770, 1901.

A. Gawalewski. Chemische Wage für Wägungen bei constanter Belastung. ZS. f. anal. Chem. **40**, 775—776, 1901.

Enrico Salvioni. Un' esperienza per dimostrare il decrescere della prescione atmosferica con l' altezza. Atti R. Accad. Peloritana **27**, 18 S., 1901.

A. Mitinski. Sur un nouveau principe d'action des pompes à eau. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **32**, 61—62, 1900. [J. de Phys. (4) **1**, 47, 1902.

J. Fotschidlewski. Deux expériences de cours relatives à la capillarité. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **32**, 66, 1900. [Journ. de Phys. (4) **1**, 48, 1902.

R. Eder. Versuche über Induction und Schirmwirkung mit Wechselströmen nach Prof. Elihu Thomson. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förder. d. Unt. **6**, 96—123, 1901.

2. Dichte.

Oswald Schreiner und **W. R. Downer.** Specifische Gewichte und Ausdehnungscoëfficienten der ätherischen Oele. Pharmaceut. Archives **4**, 165—173, 1901. [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 43—44.

Otto Krümmel. Neue Beiträge zur Kenntniss des Aräometers. Wiss. Meeresunters. (N. F.) **5**, 7—36, 1901.

3. Physikalische Chemie.

G. C. Schmidt. Das Problem der Urmaterie. Chem. ZS. **1**, 177—179, 209—211, 1902.

Bechold. Molecüle, Atome, Elektronen, Ionen. Die Umschau **5**, 881—884, 1901.

R. Lespieau. Poids moléculaires et formules développées. Bull. Soc. Franc. de Phys. 1901, 170—172.

G. F. Stradling. Recent advances in the Physics of Water. Journ. Franklin Inst., Oct. 1901. 12 S.

K. Puschl. Ueber die specifische Wärme von Lösungen. Monatsh. f. Chem. **22**, 77—87, 1901.

P. Eitner. Untersuchungen über die Explosionsgrenzen brennbarer Gase und Dämpfe. Schilling's Journ. f. Gasbel. **45**, 1—4, 21—24, 1902.

E. Mameli e **M. Comella.** Su un fenomeno che si osserva nell' inversione della fiamma. Gazz. chim. ital. **31** [2], 255—256, 1901.

3a. Krystallographie.

Gotthard Smolař. Einige neue Aufgaben aus der mathematischen Krystallographie. ZS. f. Kryst. **35**, 480—496, 1902.

Harold Hilton. Ein Vergleich der verschiedenen Bezeichnungen, die in der Theorie der Krystallstructur benutzt werden, und eine Revision der 230 Bewegungsgruppen. Centralbl. f. Min. 1901, 746—753.

Harold Hilton. Ueber die Capillaritätsconstanten der Krystallflächen. Centralbl. f. Min. 1901, 753—759.

C. Viola. Beitrag zur Lehre von der Spaltbarkeit der Krystalle. Neues Jahrb. f. Min. 1902, **1**, 9—22.

F. Rinne. Flüssige Luft als Erkaltungsmittel bei krystallographisch-optischen Untersuchungen. Centralbl. f. Min. 1902, 11—13.

H. W. Foote. Mixed Crystals of Copper Sulphate and Zinc Sulphate. Amer. Chem. Journ. 26, 418—428, 1901.
Reinhard Brauns. Ungewöhnlich lange Beständigkeit einiger Schwefelmodificationen. Centralbl. f. Min. 1902, 7—9.

4. Mechanik.

E. Pasquier. Cours de Mécanique analytique 1. Vecteurs; cinematique; statique et dynamique. Paris 1901.
E. Carvallo. Sur l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques. C. R. 133, 924—927, 1901.
F. Minding. De formae in quam geometra britannicus Hamilton integralia mechanices analyticae redegit origine genuina. Math. Ann. 55, 119—135, 1901.
Petrini. Continuité et discontinuité des dérivées du potentiel. Öf. Kongl. Vet. Akad. Förh. Stockholm 58, 633—647, 1901.
W. Bardt. Ueber die Bewegung eines Punktes auf einer rauhen Fläche. 48 S. Diss. Kiel, 1901.
G. Guglielmo. Intorno ad una microbilancia idrostatica ed al suo uso per la misura di piccole force. Lincei Rend. (5) 10 [2], 259—268, 1901.
Alfred Denizot. Ueber ein Pendelproblem von Euler. Verh. D. Phys. Ges. 3, 213—220, 1901. ZS. f. Math. u. Phys. 46, 471—479, 1901.
H. Haga. L'expérience de Klinkerfues. Arch. Néerl. (2) 6, 765—772, 1901.
K. Heun. Die Bedeutung des d'Alembert'schen Princips für starre Systeme und Gelenkmechanismen. Arch. f. Math. u. Phys. 2, 57—77, 1901.
N. Zabondski. Ueber die allgemeinen Eigenschaften der Wurfbahn in der Luft. Corrispondenza internazionale di sc. militari 1. 6 S. 1900. 2, 18 u. 3 S., 1901.

5. Hydromechanik.

J. Mühlenbein. Ueber die innere Reibung von Nickelelektrolyten. 64 S. Diss. Leipzig, 1901.
Alfr. Quartaroli. Ricerche sperimentali sull' attrito interno delle soluzioni colloidali vicino al punto di massima densità, 14 S. Forli, tip. Commerciale, G. Medri e Co., 1901.
A. Fliegner. Der Druck in der Mündungsebene beim Ausströmen elastischer Flüssigkeiten. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, 47, 1—22, 1902.

6. Aeromechanik.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

Orazio Tedone. Su alcuni problemi di equilibrio elastico. Lincei Rend. (5) 10 [2], 251—358, 1901.
Guillaume. Théorie nouvelle des déformations passagères des solides. 84. sess. Soc. helv. des sc. nat. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 12, 490—491, 1901.
Hadamard. Sur l'équilibre des plaques élastiques circulaires libres ou appuyées et celui de la sphère isotrope. Ann. sc. de l'éc. norm. sup. (3) 18, 313—342, 1901.
H. Bouasse. Sur les petites oscillations de torsion. Journ. de Phys. (4) 1, 21—33, 1902.
B. Élie. Untersuchung einer elastischen Raumcurve-Schraubenlinie, die der Einwirkung eines Kraftpaares unterworfen wird. Nouv. ann. d. math. (4) 1, 292—313, 1901.

7b. Capillarität.

Leo Grumnach. Bemerkung zu meiner Abhandlung: „Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung flüssiger Luft. Ann. d. Phys. (4) 7, 236, 1902.

7c. Lösungen.

Fricson-Auren und **W. Palmaer.** Ueber die Auflösung von Metallen. Öf. Kongl. Vet. Akad. Stockholm 58, 525—543, 1901.

G. Quincke. Ueber die Klärung trüber Lösungen. Ann. d. Phys. (4) 7, 57—96.

A. Colson. Sur la constante de dilution des dissolutions salines. C. R. 133, 1207—1209, 1901.

James Barnes. On the relation of the viscosity of mixtures of solutions of certain salts to their state of ionisation. Trans. Nova Scot. Inst. of Sc. [Chem. News 85, 4—5, 1902.

Ch. M. Pasea. Ueber die relative Stärke schwacher Lösungen gewisser Sulfate und ihres Wassers. Elektrochem. ZS. 8, 215—221, 1902.

Cyril G. Hopkins. Methods of Standardising Acid Solutions. Journ. Amer. Chem. Soc. 23, 727—740, 1901.

7d. Diffusion.

7e. Absorption und Adsorption.

J. Thovert. Sur une application nouvelle d'observations optiques à l'étude de la diffusion. C. R. 133, 1197—1199, 1901.

Enrico Salvioni. Sulla volatilizzazione del muschio. Comm. fatta alla R. Accad. Peloritana. 8 S. Messina 1901.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

James Loudon. A century of progress in acoustics. Science (N. S.) 14, 987—995, 1901.

Eduard Riecke. Schwebungen bei erzwungener Schwingung. Phys. ZS. 3, 130, 1902.

J. Laffargue. L'ondographie. La Nature 29, 293—294, 1901.

O. Abraham und **K. L. Schaefer.** Ueber die maximale Geschwindigkeit von Tonfolgen. Beitr. z. Akustik 3, 13—21, 1901.

Karl L. Schaefer und **Otto Abraham.** Studien über Unterbrechungstöne. III. Arch. f. ges. Physiol. 88, 475—491, 1901.

W. Friedrich. Ueber Entstehung des Tones in Labialpfeifen. Ann. d. Phys. (4) 7, 97—115, 1902.

D. van Gulik. Change of Pitch of Certain Sounds with Distance. Nature 65, 174. 1901.

John G. M. Kendrick. Experimental Phonetics. Nature 65, 182—189, 1902.

C. Stumpf und **K. L. Schaefer.** Tontabellen. Beitr. z. Akustik 3, 139—146, 1901.

Apparat zum Nachweis der Lichtempfindlichkeit des Selens und zur Demonstration der Photophonie. Der Mechaniker 10, 3—4, 1902.

9. Physiologische Akustik.

O. Abraham. Ueber das Abklingen von Tonempfindungen. Beitr. z. Akustik 3, 22—29, 1901.

C. Stumpf. Beobachtungen über subjective Töne und über Doppelthören. Beitr. z. Akustik 3, 30—51, 1901.

K. L. Schaefer. Die Bestimmung der unteren Hörgrenze. Beitr. z. Akustik 3, 52—64, 1901.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

N. Smirnoff. Sur la réflexion de la lumière sur une surface à courbure négative. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe 32, 134—136, 1900. [Journ. de Phys. (4) 1, 51—52, 1902.

Gottlieb Kučera und Carl Forch. Ueber das optische Brechungsverhältniss einiger Flüssigkeiten bei tiefen Temperaturen. Phys. ZS. 3, 132—134, 1902.
A. Gleichen. Geometrische Constructionen neben der Methode der Durchrechnung bei photographischen Objectiven. Der Mechaniker 10, 1—3, 1902.
R. W. Wood. The Anomalous Dispersion of Sodium Vapour. Proc. Roy. Soc. London 69, 157—171, 1901.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

A. S. Chessin. The harmony of Tone and Color. Acad. St. Louis, 2. Dec. 1901. [Science (N. S.) 15, 29, 1902.
W. E. Adeney. Photographs of Spark Spectra from the Large Rowland Spectrometer in the Royal University of Ireland. Part I. The ultraviolet Spark Spectra of Iron, Cobalt, Nickel, Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium, Platinum, Potassium Chromate, Potassium Permanganate und Gold. Trans. R. Dublin. Soc. (2) 7, 1901.
W. N. Hartley. Notes on Quantitative Spectra of Beryllium. Roy. Soc., Dec. 5, London, 1901. [Nature 65, 190, 1901.
P. Zeeman. Some observations on the resolving power of the Michelson echelon spectroscope. Proc. Amsterdam 4, 247—251, 1901.
Armin Tschermak. Ueber spectrometrische Verwendung von Helium. Pflüger's Arch. 88, 95—97, 1901.

13. Photometrie.

J. Classen. Ueber ein Photometer zur Messung der Helligkeitsvertheilung in einem Raume ohne Zuhülfenahme einer Zwischenlichtquelle. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 1901. [Phys. ZS. 3, 137, 1902.
M. Herschkowitsch. Apparat zum Photometriren in allen Richtungen des Raumes. Schilling's Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 44, 650, 1901. [ZS. f. Instrk. 21, 364—366, 1901.
Ch. P. Matthews. An improved Apparatus for Arc Light Photometry. Trans. Amer. Inst. Electr. Eng. 18, 671—684, 1901.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

Becquerel- und verwandte Strahlen.

F. Giesel. Ueber radioactive Substanzen und deren Strahlen. Samml. chem. u. chem.-techn. Vorträge. 28. S. Stuttgart. F. Enke, 1902.
E. Strauss. Radioactive Substanzen. Allg. Naturf.-Ztg. 1, 52—54, 1901.
H. Becquerel. Sur la radioactivité de l'uranium. C. R. 133, 977—980, 1901.
Karl Fehrle. Ueber die Radioactivität des Thoriumoxyds. Phys. ZS. 3, 130—132, 1901.
H. Dufour. L'émission des radiations actino-électriques par l'arc voltaïque. C. R. soc. Vaud., 15 Juin, 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 12, 548—549, 1901.
Berthelot. Etudes sur le radium. C. R. 133, 973—977, 1901.
H. Becquerel. Ueber einige chemische Wirkungen, die durch Radiumstrahlen hervorgerufen werden. Allg. Naturf.-Ztg. 1, 101—103, 1901.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

15b. Drehung und Polarisationsebene.

W. H. Perkin sen. The magnetic rotation of some polyhydric alcohols, hexoses and disacharoses. Chem. Soc. London, 19. Dec. 1901. [Nature 65, 238, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

W. Schmidt. Elektrische Doppelbrechung in gut und schlecht isolirenden Flüssigkeiten. 31 S. Diss. Göttingen, 1901. Ann. d. Phys. (4) 7, 142—175, 1901.

F. W. Clarke. The constitution of Tourmaline. Chem. News **85**, 13—14, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

A. Aphonassieff. Expériences sur l'action de quelques minéraux sur une plaque photographique. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **32**, 103—106, 1900. [Journ. de phys. (4) **1**, 50, 1902.

F. Sachs. Neue Untersuchungen über chemische Lichtwirkungen. Allg. Naturf.-Ztg. **1**, 9—11, 1901.

17. Physiologische Optik.

18. Optische Apparate.

P. Culmann. Nouveaux réfractomètres. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 117—130.

C. Leiss. Neue Form des Wernicke'schen Flüssigkeitsprismas. ZS. f. Instrk. **21**, 356—357, 1901.

K. Strehl. Ueber gebrochene Fernrohre. Centralztg. f. Opt. u. Mech. **22**, 192—193, 1901.

Howard Grubb. Gun-sights for large and small ordnance. Trans. Roy. Dublin Soc., march 20, 1901. [Nature **65**, 226—228, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgange.

A. Denizot. Zum zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. ZS. f. d. ges. Kälteind. **8**, 192—195, 1901.

Dwelshauvers-Dery. Ueber kritische Daten. Allg. Naturf.-Ztg. **1**, 25, 1901.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

L. Boltzmann. Leçons sur la théorie des gaz, traduites par A. Gallotti, avec une introduction et des notes de M. Brillouin. 1. partie. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

G. Jaeger. Die Energie der fortschreitenden Bewegung der Flüssigkeitsmolekeln. Wien. Anz. 1901, 281—282.

C. J. Kool. Sur la correction qu'exige l'équation $\Sigma \frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} PV$ à cause du volume que possèdent les molécules. C. R. soc. Vaud., 17 avril, 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **12**, 541, 1901.

19d. Technische Anwendungen.

Aimé Witz. Rendement comparé des machines à vapeur et des moteurs à gas. L'éclair. électr. **30**, 5—16, 41—54, 1902.

E. H. Schütz. Die Ausnutzung des Dampfes in den Lavalturbinen. 31 S. Diss. Göttingen, 1901.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

L. Grunmach. Volumenänderung des Quecksilbers beim Uebergang aus dem starren in den flüssigen Zustand und thermische Ausdehnung des starren Quecksilbers. Phys. ZS. **3**. 134—136, 1902.

L. Baudin. Sur un thermomètre à éther de pétrole. C. R. 133, 1207,1190.
H. Wanner. Ueber die Messung hoher Temperaturen. Chem.-Ztg. 25, 1029—1031, 1901. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 7—8.
H. F. Wiebe. Ueber die Correction für die Scalenausdehnung bei Einschlussthermometern. ZS. f. Instrk. 21, 350—356, 1901.

21. Quellen der Wärme, Thermochemie.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

F. T. Shutt and H. W. Charlton. An Apparatus for the Determination of the Melting Point of Fats. Proc. and Trans. Canada (2) 6 [3], 21—27, 1901.
C. Schnyten. Kritische Bemerkungen über Schmelzpunktsbestimmungen. Handelingen van het vijfde Vlaamsch Natuur- en Geneeskundig Congres, gehonden te Brugge op 29 Septbr. 1901. 3 S. [Chem. Centralbl. 1901, 2, 1326.
G. Tammann. Ueber die Ausflussgeschwindigkeit krystallisirter Stoffe. Ann. de Phys. (4) 7, 198—224, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

H. Witt. Messung von Dampfdruckerniedrigungen mittels Sondén's Hygrometer. Bih. Kongl. Sv. Vet. Akad. Handl. 26 [1], 1—11, 1901.
J. Pircher. Ueber die Haarhygrometer. Wien. Denkschr. 73, 267—300, 1901.
Enrico Salvioni. Un nuovo igrometro. Atti R. Accad. Peloritana 17, 13 S, 1901.
E. P. Perman. The Influence of Salts and other Substances on the Vapour Pressure of Aqueous Ammonia Solution. Chem. Soc. 19. Dec. 1901. [Chem. News 85, 21—22, 1902.
E. Varenne. La liquéfaction des gaz. La Nature 29, 359, 1901.
D'Arsonval. Production et maintien des basses températures. C. R. 133, 980—983, 1901.

23. Calorimetrie.

A. Lerdobinskaia et A. Emelianova. Détermination des chaleurs spécifiques des métaux d'après la vitesse de refroidissement. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe 33, 23—28, 1901. [Journ. de Phys. (4) 1, 58, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.]

J. van der Vlieth. Nouvel appareil de démonstration pour la conductibilité thermique d'un mur indéfini. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe 32, 63—64, 1900. [Journ. de Phys. (4) 1, 48, 1902.
H. Schoentjes. Détermination expérimentale du Coefficient de Transmission de la Chaleur à travers les verres à vitre et à travers les doubles parois en verre. Ann. des travaux publics de Belgique, Octob. 1901, 59 S.
W. Lermantoff. Sur une méthode pour déterminer par une expérience directe la perte de la chaleur, par les murs d'un édifice. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe 32, 62—63, 1900. [Journ. de Phys. (4) 1, 47, 1902.
P. Compan. Pouvoir refroidissant et conductibilité de l'air. C. R. 133, 1202—1204, 1901.

24b. Wärmestrahlung.

O. W. Richardson. The negative radiation from hot platinum. Phil. Soc. Cambr. Nov. 25, 1901. [Nature 65, 191, 1901.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

L. Graetz. Die Elektricität und ihre Anwendungen. 9. Aufl. XVI u. 620 S. Stuttgart 1902.

H. Leblond. Cours élémentaire d'Électricité pratique. 4 éd. 552 S. Paris 1901.

G. Schollmeyer. Schule der Elektricität. Praktisches Handbuch der gesammten Elektricitätslehre unter Berücksichtigung der neuesten Forschungen und Erfindungen. Neuwied 1901.

Ernst Ruhmer. Neuere elektrophysikalische Erscheinungen. Nach zahlreichen Einzelveröffentlichungen zusammengestellt. IV u. 163 S. Berlin, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker", 1902.

J. B. Pomey. Sur un cas particulier d'équilibre électrostatique de deux cylindres de révolution parallèles. L'éclair. électr. **29**, 457—463, 1901.

Ch. Eug. Guye. Sur la valeur absolue du potentiel dans les réseaux des fils conducteurs isolés présentant de la capacité. 84. sess. Soc. helv. des sc. nat. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **12**, 488, 1901.

H. T. Barnes. Note on the Relation of the Electrical and Mechanical Units. Proc. and Trans. Canada (2) **6** [3], 71—75, 1900.

M. J. de Rey-Pailhade. Principes de l'emploi de la division décimale du jour aux mesures électromagnétiques. 12 S. Toulouse, Lagarde et Sebille, 1901.

Emil Cohn. Ueber die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes für bewegte Körper. Ann. de Phys. (4) **7**, 29—56, 1902.

R. Blondlot. Sur l'absence de déplacement électrique lors du mouvement d'une masse d'air dans un champ magnétique et sur la non-existence d'une action d'un tel champ sur une masse d'air qui est le siège d'un courant de déplacement. Journ. de Phys. (4) **1**, 8—13, 1902.

E. Carvallo. Lois de l'énergie électrique. C. R. **133**, 1195—1197, 1901.

F. Linke. Ueber die Bedeutung auf- und absteigender Luftströme für die atmosphärische Elektricität. Ann. de Phys. (4) **7**, 231—235, 1902.

C. Neumann. Ueber die Maxwell-Hertz'sche Theorie. Sächs. Abh. **27**, 213—346, 1901.

A. Turpain. Fonctionnement du résonnateur à coupure. Observation de la résonnance électrique dans l'air raréfié. Bull. Soc. Franç. de Phys. 139—152, 1901.

K. E. F. Schmidt. Frequenzbestimmung langsamer elektrischer Schwingungen. Ann. de Phys. (4) **7**, 225—230, 1902.

Tesla's method of increasing the intensity of electrical oscillations. Electrician Nr. 1232 [**48**, Nr. 10], 395—396, 1901.

Ch. P. Steinmetz. Theoretical Investigation of some oscillations of Extremely High Potential in Alternating High Potential Transmissions. Trans. Amer. Inst. Electr. Engin. **18**, 705—729, 1901.

E. Lüdin. Production des ondes électriques dans les fils. 84. sess. Soc. helv. des sc. nat. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **12**, 489—490, 1901.

Hagenbach-Bischoff. Fil conducteur électrique double qui présente des traces de brûlure. 84. sess. Soc. helv. des sc. nat. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **12**, 489, 1901.

A. Turpain. Les applications pratiques des Ondes électriques. Télégraphie sans fil, télégraphie avec conducteur, éclairage, commande à distance. 412 S. Paris 1901.

A. Slaby. Die Funkentelegraphie. Gemeinverständliche Vorträge. 2. Aufl. IV u. 119 S. Berlin 1901.

F. Braun. Ueber drahtlose Telegraphie. 73. Naturf. Versammlung Hamburg 1901. [Phys. ZS. **3**, 143—148, 1902.

W. Kaufmann. Die Entwickelung des Elektronenbegriffs. Allg. Naturf. Ztg. **1**, 5—9, 1901.

W. Tschegliaef. Études expérimentales sur la décharge d'un condensateur par l'étincelle. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **32**, 141—210, 1900. [Journ. de Phys. (4) **1**, 52, 1902.

A. Aphonassieff et E. Loponhine. Sur la capacité électrique d'un tube de Geissler. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **33**, 73—77, 1901. [Journ. de Phys. (4) **1**, 54—55, 1902.

P. L. Mercanton. Sur l'énergie dissipée dans les diélectriques soumis à des champs alternatifs. Journ de Phys. (4) **1**, 33—39, 1902.

Hermann Schlundt. On the dielectric constants of pure solvents. Bull. Univ. Wisconsin **2**, 355—389, 1901.

26. Quellen der Elektricität.

N. Hesehus. Electrisation par contact et dureté. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **33**, 1—22, 1901. [Journ. de Phys. (4) **1**, 52—53, 1902.

27. Elektrostatik.

N. Orlof. Figures électriques dans le champ d'un fil électrisé. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **33**, 29—33, 1901. [Journ. de Phys. (4) **1**, 54, 1902.

F. Dolezalek. Ueber ein einfaches und empfindliches Quadrantenelektrometer. ZS. f. Instrk. **21**, 345—350, 1901.

R. Blondlot. Sur une méthode propre à déceler de très petites charges électriques. Journ. de Phys. (4) **1**, 5—8, 1902.

28. Batterieentladung.

29. Galvanische Ketten.

Ivanof. Etalons de la force électromotrice du Latimer Clark du Bureau central des Poids et Mesures. L'Annuaire Bur. des Poids et Mes. russes **5**, 36—59, 1900. [Journ. de Phys. (4) **1**, 55, 1902.

W. R. Cooper. Primary Batteries: their Theory, Construction, and Use. 33 S. London, Electrician Office, 1902.

F. Peters. Untersuchungen an Primärelementen. Centralbl. f. Acc.- und Elementenkde. **2**, 269—270, 1901.

Arrigo Mazzucchelli. Eine eigenthümliche Zelle mit Chromchlorid. Ueber das elektrochemische Gleichgewicht zwischen verschiedenen Oxydationsstufen. Gaz. chim. ital. **31**, II, 371—395, 1901. Chem. Centralbl. 1902, **1**, 91—92.

Eugen von Biron. Secondary Reactions in Grove's Gas Battery. Journ. Russ. Phys. Chem. Soc. **33**, 474—480, 1901. [Journ. Chem. Soc. **82**, Abstr. II, 1—2, 1902.

Arthur E. Kennelly. The new Edison storage battery. Trans. Amer. Inst. Electr. Engin. **18**, 331—342, 1901.

Roeber. Theorie des Edison-Eisen-Nickel-Accumulators. Electr. World and Engin. **38**, 931, 1901.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

Konrad Windmüller. Ueber den Einfluss des erdmagnetischen Feldes auf Präcisionsinstrumente. Elektrot. ZS. **22**, 1067, 1901.

Th. Moureaux. Influence des courants vagabonds sur le champ magnétique terrestre, à l'observatoire du Parc Saint-Maur. C. R. **133**, 999—1001, 1901.

Gisbert Kapp. Ueber ein neues Verfahren zur Verminderung des Schienenpotentialgefälles bei elektrischen Bahnen mit Schienenrückleitung. Elektrot. ZS. **23**, 19—22, 1902.

M. v. Dolivo-Dobrowolsky. Neues Verfahren zur Verminderung des Schienenpotentialgefälles bei elektrischen Bahnen mit Schienenrückleitung. Elektrot. ZS. **23**, 22, 1902.

H. Armagnat. Instruments et Méthodes de Mesures électriques Industrielles. 2. éd. III u. 614 S. Paris, C. Naud, 1902.
P. Janet. Les compteurs d'énergie. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 80—112.
P. Heyck. Ueber eine neue Form des Feussner'schen Compensationsapparates. Der Mechaniker **9**, 277—279, 1901.
Robert Weber. Appareil montrant les modifications du courant alternatif. 84. sess. Soc. helv. des sc. nat. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **12**, 486—487, 1901.
H. Denis. Interrupteur-turbine pour courants électriques. La Nature **29**, 365—366, 1901.
Désiré Korda. Télautographe d'Elisha Gray-Ritchie. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901. 130—139.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

A. F. Holleman et B. R. de Bruyn. Sur la conductibilité électrique des acides chloro- et bromonitrobenzoiques. Rec. trav. chim. des Pays-Bas (2) **20**, 360—365, 1901.

32. Elektrochemie.

J. J. Thomson. On the ions produced by an incandescent platinum. Phil. Soc. Cambr. November 25, 1901. [Nature **65**, 191, 1901.
J. Stieglitz. On Positive and Negative Halogen Ions. Journ. Amer. Chem. Soc. **23**, 796—799, 1901.
S. B. Christy. Die elektromotorische Kraft der Metalle in Cyanid-Lösungen. Elektrotchem. ZS. **8**, 221—231, 1902.
W. A. Kistiakowski. Untersuchungen über die Elektrochemie der Doppelsalze. Journ. russ. phys.-chem. Ges. **33**, 592—621, 1901. [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 10—11.
F. Foerster u. Erich Müller. Ueber die bei der elektrolytischen Darstellung von Alkali-Hypochloriten und -chloraten erreichbaren Strom- und Energie-Ausbeuten. ZS. f. Elektrochem. **8**, 8—17, 1902.
G. Billitzer. Ueber die saure Natur des Acetylens. Wien. Anz. 1901, 262—263.
G. Billitzer. Elektrochemische Studien am Acetylen. I. Kathodische Depolarisation. Wien. Anz. 1901, 262.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

W. Peddie and Alex B. Shand. On the Thermoelectric Properties of Solid Mercury. Proc. Roy. Edinb. Soc. **23**, 422, 1901.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

O. Lehmann. Gasentladungen in weiten Gefässen. Ann. de Phys. (4) **7** 1—28, 1902.
W. Biegon von Czudnochowski. Eine Beobachtung einer empfindlichen Entladungsform in Gasen. Phys. ZS. **3**, 129, 1902.
H. Pellat. Contribution à l'étude des tubes de Geissler dans un champ magnétique. C. R. **133**, 1200—1202, 1901.
J. C. McLennan. Electric Screening in Vacuum Tubes. Proc. and Trans. Canada (2) **6** [3], 75—77, 1900.
J. Plotnikoff. Expériences sur l'oscillation de la lumière des lampes alimentées par des courants alternatifs. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **33**, 61—65, 1901. [Journ. de Phys. (4) **1**, 54, 1902.
E. Goldstein. Ueber sichtbare und unsichtbare Kathodenstrahlen. Verh. D. Phys. Ges. **3**, 192—203, 1901.
E. Goldstein. Ueber Canalstrahlen. Verh. D. Phys. Ges. **3**, 204—212, 1901.

E. Goldstein. Ueber die durch Strahlungen erzeugten Nachfarben. 73. Naturf. Vers. Hamburg 1901. [Phys. ZS. 3, 149—151, 1901.

35a. Röntgenstrahlen.

B. Walter. Ueber die Haga- und Wind'schen Beugungsversuche mit Röntgenstrahlen. 73. Naturf. Vers. Hamburg 1901. [Phys. ZS. 3, 137—143, 1902.

G. Sagnac. Nouvelles recherches sur les rayons de Röntgen. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 61—77.

E. Colardeau. Sur la durée d'émission des rayons Röntgen. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 113—117.

P. Curie et **G. Sagnac.** Électrisation négative des rayons secondaires issus de la transformation des rayons X. Journ. de Phys. (4) 1, 13—21, 1902.

36. Magnetismus.

E. Müllendorff. Die Bestimmung der Constanten in der Magnetisirungsfunction. Elektrot. ZS. 23, 25—28, 1902.

M. Heyse. Hysteresis für schwache magnetisirende Kräfte mit besonderer Berücksichtigung starker Stahlmagnete und Einfluss der Hysteresis auf Dämpfungsbeobachtungen. 78 S. Diss. Halle, 1901.

H. Wünsche. Untersuchungen über den Magnetismus des Nickelamalgams. Ann. de Phys. (4) 7, 116—141, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

V. Crémieu. Convection électrique et courants ouverts. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 152—170.

38. Elektrodynamik. Induction.

A. Rémond. L'analyseur d'induction. La Nature 29, 317, 1901.

39. Vermischte Constanten.

Ch. Ed. Guillaume. Quelques applications des aciers au nickel. 84. sess. Soc. helv. des sc. nat. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 12, 481—484, 1901.

Ernest Wilson. The physical properties of certain aluminium alloys, and some notes on aluminium conductors. [Electrician 48, 387—389, 1901.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. C. E. Pickering, Director. 28, II. Cambridge, A. C. Cannon, 1901.

Dr. **F. J. Studnička.** Ber. über die astrologischen Studien des Reformators der beobachtenden Astronomie, Tycho de Brahe. Prag, F. Rivnáč, 1901. Naturw. Rundsch. 17, 1.

R. S. Ball. Story of the Heavens. Revised edition. London, 1901.

H. G. v. d. Saude-Bakhuyzen. Quelques remarques sur la réduction des positiones des étoiles mesurées sur les clichés photographiques. Arch. Néerl. 2. 5, 1900, 542—548.

R. Wood. On the production of a line spectrum by anomalous dispersion and its application to the flash spectrum. Astrophys. Journ. 13, 63, 1901. Journ. de phys. 10, 407—408, Juni 1901.

Eduard Haschek. Spectroscop Studies. I. Astrophys. Journ. 14, 3, 181—201, 1900.

1 B. Planeten und Monde.

E. Rogoosky. On the Temperature and Composition of the Atmospheres of the Planets and the Sun. Astrophys. Journ. 14, 4, 234—260.
F. Ristenpart. The inferior conjunction of Mercury on November 4, 1901. Astrophys. Journ. 14, 3, 213—214, 1900.
A. Galle. Ueber Beobachtungen von Olbers, betr. den Lichtwechsel kleiner Planeten. Astr. Nachr. 157, 3753, 157—160.
Edward C. Pickering. Opposition of Eros (433) in 1905. Astrophys. Journ. 14, 3, 209—212, 1900.
W. F. Denning. The Rotation Period of Jupiter. Astr. Nachr. 157, 3753, 150—152.
L. Brenner. Merkwürdige Flecke auf Jupiter. Der Begleiter von γ Andromedae. Astr. Nachr. 157, 3753, 155—158.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

Dr. **J. Holetschek.** Ueber den Helligkeitseindruck von Sternhaufen. Wien. Anz. 1901, 24.
L. Courvoisier. Notiz betr. die Eigenbewegung der Nova Persei (Ch. 1226). Astr. Nachr. 157, 3753, 163—164.
Walter S. Adams. Observations of the Earlier Spectrum of Nova Persei. Astrophys. Journ. 14, 3, 158—166, 1901.
Joel Stebbins. Note on the Spectrum of Nova Persei. Astrophys. Journ. 14, 4. 292—293.
W. W. Campbell and **W. H. Wright.** Observations of the Spectrum of Nova Persei. Astrophys. Journ. 14, 4, 269—292.
A. C. Cannon. Spectra of bright Southern Stars photographed with 13-inch Boyden Telescop and discussed. Cambridge 1901.
C. D. Perrine. Motion in the faint Nebula surrounding Nova Persei. Astr. Nachr. 157, 3753, 159—162.
M. Wolf. Ueber die Nebel der Nova Persei (Ch. 1226). — Astr. Nachr. 157, 3753, 161—164.
G. W. Ritchey. Nebulosity about Nova Persei. Astrophys. Journ. 14, 3, 167—168, 1900.
J. A. Parkhurst. Notes on variable stars. Astrophys. Journ. 14, 3, 169 —178, 1900.
P. Guthnick. Neue Untersuchungen über den veränderlichen Stern o (Mira) Ceti. Astr. Nachr. 157, 1, 1—9, 1902.
H. M. Reese. Observations of the Spectroscopic Binary Capella. Astrophys. Journ. 14, 4, 261—269.
W. W. Campbell. Observations of the Spectroscopic Binary η Pegasi. Astrophys. Journ. 14, 3, 202—203. 1900.
E. E. Barnard. Peculiarity of focal observations of the planetary nebulae and visual observations of Nova Persei with the forty-inch Yerkes-Telescope. Astrophys. Journ. 14, 3, 151—157, 1901.
G. W. Ritchey. Changes in the Nebulosity about Nova Persei. Astrophys. Journ. 14, 4, 293—294.

1 D. Die Sonne.

R. S. Ball. Story of the Sun. 5. edition. London, 1901.
v. Oppolzer. Ueber den Gleichgewichtszustand der Sonnenatmosphäre. Astr. Nachr. 156, 20—24, 375—377, 1901.
Dr. **C. Hillebrand.** Ueber die gleichzeitige Sichtbarkeit der Sonne und des total verfinsterten Mondes im Allgemeinen und speciell bei den zwei Mondesfinsternissen des Jahres 1902. Wien. Anz. 1901, 24.
Thos. Heath. Photographs of the Corona taken during the Total Solar Eclipse of May 28, 1900. Proc. Roy. Edinb. Soc. 23, 5, 396—400.

W. H. Julius. Over het outstaan van dubbellijnen in het spectrum der chromosfeer door anomale dispersie van fotosfeer licht. Verl. Konnikl. Akad. Wetensch. Amsterdam, 28. Sept. 1901.

1 E. Kometen.

A. Berberich. Periodische Kometen im Jahre 1902. Naturw. Rundsch. **16**, 52, 661—662.

1 F. Meteore und Meteoriten.

A. G. Högbom. Eine meteorstatistische Studie. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala **5**, 9, Part. 1, 1900. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1901, 13 u. 14, 305.

C. Flammarion. Détermination de la hauteur des étoiles filantes observées, en août 1901, entre l'observatoire de Invisy et la station auxiliaire d'Antony (Croix-de Berny). C. R. **83**, 24, 990—992, 1901.

J. Plassmann. Beobachtung der Perseiden in Münster. Astr. Nachr. **157**, 3753, 155—156.

Fr. Schwab. Zählung von Perseiden 1901. Astr. Nachr. **157**, 3753, 155—156.

W. F. Denning. Observations of meteors in July and August 1901. Astr. Nachr. **157**, 3753, 151—154.

W. F. Denning. The October Orionids. Nature **64**, 1670, 651—652.

Meteor bei Chatillens am 30. November 1901. Centralbl. f. Min., Geol. u. Paläont. 1901, 24, 762.

A. Richter. Ueber den Meteoriten von Borga. Jahrb. f. Min. **1**, 1, 42, 1902.

Fr. Smyčka. Ber. über das erste mährische Meteoreisen, gefunden bei Alt-Bělá. Jahrb. f. Min. **1**, 1, 42, 1902.

St. Meunier. Examen chimique et minéralogique de la météorite de Lançon. C. R. **131**, 969—972, 1900. Jahrb. f. Min. **1**, 1, 42, 1902.

A. Richter. Ueber einen angeblichen Meteoritenfall bei Weliki Ustjug im Gouvernement Wologda. Jahrb. f. Min. **1**, 1, 42, 1902.

H. Richlý. Ueber zwei neu entdeckte Fundstätten von Moldaviten (Tektiten) bei Neuhaus-Wittingau. Jahrb. f. Min. **1**, 1, 41—42, 1902.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Veröffentlichungen des statistischen Amts der Stadt Berlin **55**, 1901.

J. C. Russel. Climate, Vegetation and Drainage of Cascade Mountains of Northern Washington. Journ. School Geogr. **5**, 281—289. Month. Weather Rev. **29**, 407, 9. September 1901.

Climate and Crops. A Problem with two Solutions. Month. Weather Rev. **29**, 419, 9. Sept. 1901.

James Berry. Climate and Scrop Service. Month. Weather Rev. **29**, 401—404, 9. Sept. 1901.

Th. Schenk. Witterung und Ernte des Jahres 1901. Das Wetter **18**, 12, 283—285.

Meteorologie und Seeschiffahrt. Gaea **37**, 651—657. Month. Weather Rev. **29**, 408, 9. Sept. 1901.

Seismometers in Meteorology. Month. Weather Rev. **29**, 420, 9. Sept. 1901.

Dr. **Richard Henning.** Extreme Witterungserscheinungen (Schluss). Das Wetter **18**, 12, 276—281.

Observations météorologiques, faites à l'observatoire de Genève pendant le mois de Juillet 1901. Arch. sc. phys. **12**, 8, 201—204.

Observations météorologiques, faites au Grand Saint-Bernard pendant le mois de Juillet 1901. Arch. sc. phys. **12**, 8, 205—208.

Compte rendu des observations faites à Bar-le-Duc et sur différents points du départment pendant l'année météorologique 1900, publié sous les auspices du conseil général. Bar-le-Duc 1901. Naturw. Rundsch. **17**, 1, II.

P. Polis. Die Wind- und Gewitterverhältnisse von Aachen. Karlsruhe.
Die Witterung an der deutschen Küste im October 1901. Ann. d. Hydr. 29, 12, 589—592.
Dr. **W. Meinardus.** Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im October 1901. Das Wetter 18, 12, 281—283.
Alfred J. Henry. The Weather of the Month. Month. Weather Rev. 29, 424—426, 9. Sept. 1901.
Ber. der Kaiserl. meteorologischen Station zu Tsingtau. Die Witterung zu Tsingtau im Juni, Juli und August 1901. Ann. d. Hydr. 29, 12, 554—556.
A. Riccò. Risultati delle osservazioni meteorologiche del 1900, fatte nel r. osservatorio di Catania. Atti di sc. Catania 77, 14, 1901.
Ed. Lampe. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen der Station II. Ordnung Wiesbaden im Jahre 1900. Wiesbaden, 1901.
Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Centralanstalt 1899. 36. Jahrgang. Zürich.
Meteorologisches Bureau in Sarajevo. Zusammenstellung der in den Jahren 1896, 1897, 1898 in Bosnien und der Hercegovina stattgefundenen Beobachtungen, Wien. Wien. Anz. 1901, 24.
Riassunto delle osservazioni eseguite negli anni 1899—1900 nell' osservatorio meteorologico e rete termo-adometrico della provincia. Bergamo 1901.
Annuario astro-meteorologico con effemeridi nautiche per l' anno 1902, Venezia, 1901, 153.
R. Gautier. Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1899. Arch. Sc. Phys. et Nat. 12, 265—300. Month. Weather Rev. 29, 408, 9. Sept. 1901.
R. Gautier. Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1900. Arch. Sc. Phys 12, 11, 514—534.
Meteorological Observations at Stations of the second order in Great Britain and Ireland for the year 1898. London, 1901.
Beobachtungen an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Hohe Warte bei Wien. Wien. Anz. 1901, 22, 252—256.
Watzof Spas. Narodua meteorologija, Sophia 1900. Wien. Anz. 1901, 22, 251.
P. Polis. Das neu erbaute meteorologische Observatorium zu Aachen. Karlsruhe.
Willis L. Moore. The Weather Bureau. National Geogr. Magazine 12, 362—369. Month. Weather Rev. 29, 408, 9. Sept. 1901.
Answers to Correspondents: Popular Omeries about Rain, Hail, Wind and Frost. Month. Weather Rev. 29, 422—424, 9. Sept. 1901.
Congrès international de Météorologie. Paris, 1900.
Procès verbaux des séances et mémoires, publiés par A. Angot. Paris, 1901.
W. Koeppen. Beiträge zur Mechanik des Fluges und schwebenden Falles. Illustr. Aëron. Mitth., Oct. 1901, 149—160. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.
A. Lawrence Rotch. The Exploration of the Atmosphere over the Ocean. Nature 65, 1671, 4.
A. Lawrence Rotch. The Chief Scientific Uses of Kites. Aëron. Journ. London 5, 56—59. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.
A. Lawrence Rotch. A New Field for Kites in Meteorology. Science 14, 350, 412—413. Month. Weather Rev. 29, 419, 9. Sept. 1901.
Jesse Pawling. Use of Kites in Meteorological Work. Journ. of the Franklin Inst. Philadelphia 152, 313—314. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.
Patrick Y. Alexander. Sounding the Air by Flying Machines controlled by Hertzian Waves. Aëron. Journ. London 5, 59. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.
J. J. Krauss. Aërial Navigation; how far it is practicable? London, 1901.
J. Armengaud jeune. Note complétant celle du 25 novembre dernier et donnant par un tracé, avec une approximation de 1/20 au moins, la tra-

jectoire sur le sol de l'aérostat dirigeable de M. Santos Dumont, dans l'épreuve du 19 octobre. C. R. 83, 24, 996—999, 1901.

H. Deslandres. Méthode permettant de déterminer la vitesse propre des Aérostats dirigeables. Application aux expériences de M. Santos Dumont. C. R. 83, 24, 993—996, 1901.

J. Tissot et **Hallion.** Les gaz du sang à différentes altitudes, pendant une ascension en ballon. C. R. 83, 24, 1036—1038, 1901.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

Dr. **Grossmann.** Die Aenderung der Temperatur von Tag zu Tag an der deutschen Küste in den Jahren 1890 bis 1899. Ann. d. Hydr. 29, 12, 573—583.

L. Mendola. La temperatura atmosferica in Catania dal 1817 al 1900. Atti di sc. Catania 77, 14, 1901.

W. N. Shaw. Variations in Temperature in British Isles in relation to Wind. Symon's Meteorolog. Magazine 36, 142—144. Month. Weather Rev. 29, 408, 9. Sept. 1901.

W. N. Shaw. Sea Temperature and Variation of Air Temperature in British Isles. Symon's Meteorolog. Magazine 36, 145. Month. Weather Rev. 29, 408, 9. Sept. 1901.

Angström. Einige Bemerkungen zur Absorption der Erdstrahlung durch die atmosphärische Kohlensäure. Öfvers. Kongl. Vetensk. Akad. Förhandlingar Stockholm 58, 6, 381—391, 1901.

C. G. Knott. Solar Radiation and Earth Temperatures. Proc. Roy. Soc. Edinb. 23, 4, 1901.

2 D. Luftdruck.

Tables barométriques et hygrométriques pour le calcul des Hauteurs. Avec une introduction par R. Radan. Paris, 1901.

E. Pittier. La presion atmosferica en San José. Bol. Inst. Fisico-geografico de Costa-Rica 9, 1901.

2 E. Winde und Stürme.

Wind Force in Tornadoes. Month. Weather Rev. 29, 419, 9. Sept. 1901.

G. G. La vitesse de l'air. La Nature 29, 314. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.

2 F. Wasserdampf.

Vandevyver. Action de l'électricité sur le brouillard. Ciel et Terre 22, 364—371. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.

The London Fog Inquiry. Nature 64, 1670, 649—651.

2 G. Niederschläge.

Clement Wragge. The Snowy Ranges of Australia, Mount Kosciusko and its Observatory. Journ. Manchester Geogr. Soc. 17, 111—124. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.

G. Rayet. Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le départment de la Gironde de juin 1900 à mai 1901. Bordeaux 1901. Naturw. Rundsch. 17, 1, II.

F. Pockels. Zur Theorie der Niederschlagsbildung an Gebirgen. P. 459—480. Drude, Ann. d. Phys. Journ. de phys. 10, 396, Juin 1901.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

Ed. Haschek. Vortrag über atmosphärische Elektricität. Vierteljahresber. d. Wien. Ver. zur Förder. d. Unterr. 6, 3—4, 1901.

F. Linke. Ueber die Bedeutung auf- und absteigender Luftströme für die atmosphärische Elektricität. Ann. d. Phys. (4) 7, 231—235, 1902.

Hermann Ebert. Sur les Ions libres de l'air atmospherique. Arch. sc. phys. 12, 8, 97—117.

H. Geitel. Ueber die Anwendung der Lehre von den Gasionen auf die Erscheinungen der atmosphärischen Elektricität. ZS. f. Elektrochem. 7, 71, 181—182, 1901.

B. Dessau. Neue Beobachtungen über die Elektricität der Atmosphäre. Umschau 5, 42, 834—836, 1901.

E. Boggio-Lera. Sui mici apparecchi segnalatori e registratori dei temporali. Atti di sc. Catania 77, 14, 1901.

Th. Tommasina. Sur l'auscultation des orages lointains et sur l'étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique. C. R. 83, 24, 1001—1003, 1901.

F. Pockels. Weitere Beobachtungen über die magnetisirende Wirkung von Blitzentladungen. Phys. ZS. 3, 1—2, 22—23, 1901.

Die Untersuchung der Gewitter in Bayern. Gaea 37, 662—668. Month. Weather Rev. 29, 408, 9. Sept. 1901.

W. Brennecke. Vom Brockenwetter. Elmsfeuer. 18, 12, 287—288.

2 I. Meteorologische Optik.

Rollo Russel. Further Observations and Conclusions in relation to Atmospheric Transparency. Nature 65, 1678, 191.

Giuseppe Zettwuch. Richerche sul bleu del cielo: dissertazione presentata alla R. Università di Roma pel consegnimento della laurea in fisica. Spoleta, 1901. Naturw. Rundsch. 17, 1.

Em. Roger. Halo solair. La Nature 29, 295. Month. Weather Rev. 29 407, 9. Sept. 1901.

F. de Rougemont. Quelques phénomènes atmosphériques. Arch. sc. phys. 12, 8, 186—189.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

H. Kimball. The General Circulation of the Atmosphere, especially in Arctic Regions. Month. Weather Rev. 29, 408—411, 9. Sept. 1901.

2 M. Praktische Meteorologie.

E. B. Garriott. Forecasts and Warnings. Month. Weather Rev. 29, 399, 9. Sept. 1901.

R. Börnstein. Wetterdienst. Wetter 18, 12, 287.

R. Börnstein. Der Brandenburgische Witterungsdienst im Sommer 1901. Wetter, 18, 12, 265—270.

Gladbach. Quelques phénomènes importants pouvant servir de base à la prévision du temps à longue échéance. Arch. sc. phys. 12, 11, 484—486.

J. Bosscha. Remarques sur les normales barométriques et leur usage dans la prévision du temps. Arch. Néerl. 2, 5, 1900, 529—541.

C. Lemee. La previsión del tiempo. Bol. Ofic. Agric. Ganadera. La Plata 1, 1901, 282—288. Month. Weather Rev. 29, 9. Sept. 1901, 407.

Dr. **Friedrich Klengel.** Ueber das Wetterschiessgebiet bei Windisch-Feistritz im südlichen Steiermark. Wetter 18, 12, 270—276.

Luigi Bombicci. Il Cavoro grandinigeno e la insufficenza dei vorticelli (anelli aerei accompagnanti gli spavi) conferenza tenuta al congresso di Padova la sera del 26 novembre 1900, Padova 1901. Naturw. Rundsch. 171, II.

2 N. Kosmische Meteorologie.

H. C. Russel. Recurrence of rain — the relation between the moons motion in declination and the quantity of rain in New South Wales. Royal Society, September 4. Nature 65, 1671, 24.

2 O. Meteorologische Apparate.

A. Gawalowski. Adaptirung eines gewöhnlichen Wetterglases (Birne) zu einem Normalbarometer mit einfacher Nullpunktcorrectur. ZS. anal. Chem. 40, 10, 645—646.

E. Salvioni. Un Nuovo Igrometro. Nuovo Cimento (5) 2, August 1901.

2 P. Klimatologie.

E. Dubois. Paradoxe klimatische tvestanden in het Palaeozoïsche bigdvak beschouwd in verband met denvroegeren aard der zonnestraling. Amsterdam, Hand. Ned. Nat. en Geneesk 1901.

L. Grünhut. Das Klima von Wiesbaden. Wiesbaden 1901. J. F. Bergmann.

Curtis J. Lyons. Hawaiian Climatological Data. Month. Weather Rev. 29, 405—406, 9. Sept. 1901.

E. G. Ravenstein. Climatology of Africa. Symon's Meteorolog. Magazine 36, 146—148. Month. Weather Rev. 29, 408, 9. Sept. 1901.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

E. Dubois. The Amount of the Circulation of the Carbonate of Lime and the Age of the Earth. Akad. v. Wetensch. Amsterdam 1900, 43—62. Jahrb. f. Min. 1, 1, 1902, 45.

Die bisherigen Forschungsreisen im südlichen Polargebiete. Gaea 37, 657—662. Month. Weather Rev. 29, 408, 9. Sept. 1901.

Otto Baschin. Die deutsche Südpolar-Expedition. Berlin, 1901, W. Pormetter.

Henri Arctowski. The Antarctic Voyage of the „Belgica", during the years 1897, 1898 and 1899. Geogr. Journ. London 18, 353—395. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.

The South Polar Expeditions. Month. Weather Rev. 29, 421—422, 9. Sept. 1901.

M. Baraba. A proposito dei „Mistpoeffers" italiani, Rom. 1901. Wien. Anz. 1901, 21.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

Königlich preussische Landes-Triangulation. Hauptdreiecke. Berlin, 1901, E. S. Mittler u. Sohn. Naturw. Rundsch. 17, 1, I.

R. v. Sternek. Untersuchungen über den Zusammenhang der Schwere unter der Erdoberfläche mit der Temperatur. Jahrb. f. Min. 1, 1, 1902, 43.

C. Aimonetti. Determinazione della gravità relativa a Genova, Savona, Albenga e San Remo. Nuovo Cimento (5) 2, 129—131, August 1901.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

Laue. Geothermal Gradient in Michigan. Amer. Journ. of Science 9, 434—438, 1900. Jahrb. f. Min. 1, 1, 1902, 45.

Th. Heath. Observations of the Edinburgh Rock Thermometers. Trans. of the R. Soc. Edinb. 40, I, 8, 157—186, 1901.

3E. Vulcanische Erscheinungen.

C. Sapper. Die südlichsten Vulcane Mittel-Amerikas. ZS. d. deutsch. geol. Ges. 1901, 24—52. Centralbl. f. Min.. Geol. u. Palaeont. 1901, 24, 764.

A. Lacroix. Conclusions à tirer de l'étude de la série des enclaves homoeogènes d'une roche volcanique. C. R. 83, 24, 1033—1036, 1901.

Ph. Glangeaud. Le volcan de Gravenoire et les sources minérales de Royat. C. R. 130, 1573—1576, 1900. Jahrb. f. Min. 1, 1, 71, 1902.

Schenk. Vulcan Geitsi-Gubil in Deutsch-Südwest-Afrika. (Ref.) Globus 80, 24, 391.

3F. Erdbeben.

F. Omori. Horizontal Pendulum Observations of Earthquakes, July 1898 to Dec. 1899, Tokyo. Jahrb. f. Min. 1, 1, 47, 1902.

F. Omori. Seismic Experiments on the Fracturing and Overturning of Columns. Jahrb. f. Min. 1, 1, 48—49, 1902.

F. Omori. Note on the Great Mino-Owari Earthquake of Oct. 28, 1891. Jahrb. f. Min. 1. 1, 47, 1902.

F. Omori. Earthquake Measurement in a Brick Building. Jahrb. f. Min. 1, 1, 50, 1902.

F. Omori. Note on the Tokyo Earthquake of June 20, 1894. Jahrb. f. Min. 1, 1, 50, 1902.

F. Omori. Note on the After-shoks of the Hohkaido Earthquake of March 22, 1894. Jahrb. f. Min. 1, 1, 49, 1902.

S. Sekiya and **F. Omori.** The Diagram of the Semidestructive Earthquake of June 20, 1894. Jahrb. f. Min. 1, 1, 50, 1902.

H. Nogaoka. Elastic Constants of Rocks and the Velocity of Seismic Waves. Jahrb. f. Min. 1, 1, 51—52, 1902.

Adolf Faidiga. Das Erdbeben von Sinj am 2. Juli 1898. Wien. Anz. 1901, 23.

R. Schütt. Mittheilungen der Horizontalpendel Station Hamburg Nr. 4, Erdbeben im April 1901. Centralbl. f. Min., Geol. u. Palaeont, 1901, 24, 764.

J. Knett. Neue Erdbebenlinien Niederösterreichs. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1901, 11 u. 12, 266—271.

Dr. **E. Gerland.** Die italienischen Erdbeben und die Erdbebenkarte Italiens. Peterm. Mitth. 47, 12, 265—271.

Mario Baratta. Sulle arce sismiche italiane. Voghera 1901. Naturw. Rundsch. 17, 1, IV.

3G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

N. Umow. Ein Versuch, die magnetischen Typen des Erdmagnetismus zu ermitteln. Moskau, 1901.

Konrad Windmüller. Ueber den Einfluss des erdmagnetischen Feldes auf Präcisionsinstrumente. Elektrot. ZS. 22, 52, 1067.

Jesse Pawling. Notes on Magnetic Curves. Journ. of the Franklin Inst. Philadelphia 152. 269—275. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.

A. Schuster. On magnetic precession. Philosophical Magazine T. I, march 1901. Journ de phys. 10, 402—403, Juni 1901.

E. Mathias. Sur la loi de distribution de la composante horizontale du magnétisme terrestre en France. Arch. Néerl. 2, 5, 78—95, 1900.

Hermann Evert. Magnetische Messungen im Ballon. Illustr. Aëron. Mitth. Oct. 1901, 137—146. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.

Kr. Birkeland. Résultats obtenus par l'expédition norvégienne de 1899—1900 pour l'étude des aurores boréales. Arch. sc. phys. 12, 11, 478—484.

R. T. Glazebrook. Notes on the Practical Application of the Theory of Magnetic Disturbance by Earth-Currents. Proc. Phys. Soc. London 17, 5—6, 619—630, 1901.

H. Archtowski. Aurores australes. Journ. des Aurores polaires observées pendant l'hivernage de la Belgica. Anvers, 1901.
J. Sykora. Die Wellenlängen der photographisch erhaltenen Linien des Nordlichtspectrums. Astron. Nachr. 156, 20—24, 325, 1901.

8 H. Niveauveränderungen.

C. Ochsenius. Ueber junge Hebungen von vollen Seebecken. ZS. d. deutsch. geol. Ges. 1901, 14—15. Centralbl. f. Min., Geol. u. Palaeont. 1901, 24, 764.

8 I. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

P. Reibisch. Ein Gestaltungsprincip der Erde. Sep. aus: Jahresber. des Vereins für Erdkunde in Dresden. Dresden, 1901, A. Huhle.
G. Maas. Ueber Thalbildungen in der Gegend von Posen. Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanstalt 1898.

8 L. Küsten und Inseln.

Th. Arldt. Ueber den Parallelismus der Küsten von Süd-Amerika. Leipzig, Naumann. (Ref.) Peterm. Mitth. 47. 12, 202.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Segelhandbuch für die Ostsee, herausgeg. vom Reichs-Marine-Amt. Peterm. Mitth. 47, 12, 208.
Fischer. Sedimentbildung am heutigen Meeresboden, dargestellt auf Grund der neueren Tiefseeforschungen. Peterm. Mitth. 47, 12, 207.
George Flowers Stradling. Recent Advances in the Physics of Water. Journ. of the Franklin Inst. Philadelphia 152, 257—268. Month. Weather Rev. 29, 407, 9. Sept. 1901.
H. Arctowski u. A. F. Renard. Notice préliminaire sur les Sédiments Marins recueillis par l'expédition de la „Belgica". Brüssel, Mai 1901. Peterm. Mitth. 47, 12, 208.
Hugues. Oceanografica. (Piccola biblioteca di scienze moderne Nr. 9.) Peterm. Mitth. 47, 12, 206 (Ref.).
Waarnemingen in den Indischen Ocean over de Maanden Juni, Juli en Augustus. Konniklijk Nederlandsch Met. Inst. 1900. Peterm. Mitth. 47, 12, 208.
Thoulet. Détermination de la densité de l'eau de mer. Peterm. Mitth. 47, 12, 207.
Gustave Gilson. Exploration de la mer sur les côtes de la Belgique en 1899. Peterm. Mitth. 47, 12, 207.
N. Andreeff. Das nördliche Eismeer. Peterm. Mitth. 47, 12, 208.
R. A. Daly. Marine Currents and River Deflection. Peterm. Mitth. 47, 12, 206.
V. Garde. Vindkort over den nordligste Del af Atlanterhavet og Davis Strade, konstruerede paa Grundlag of Observationer tilhörende det Danske Meteorologiske Institut. Peterm. Mitth. 47, 12, 207.
J. M. Phaff. Étude sur les courants de la Mer du Nord. Peterm. Mitth. 47, 12, 207.
R. A. Harris. A partial explanation of some of the principal Ocean Tides. (Ref.) Peterm. Mitth. 47, 12, 207.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Friedrich Steiner. Ergiebigkeitsmessung intermittirender Quellen. Sitzber. d. Vereins „Lotos" in Prag 20, 202—209, 1900. Centralbl. f. Min., Geol. u. Palaeont. 1901, 24, 764.

F. Mühlberg. Bericht über Erstellung einer Quellenkarte des Cantons Aargau, erstattet Ende Juli 1901 an die Baudirection des Cantons Aargau. Aargau, 1901.
Purey-Cust. Report on the Undercurrents in the River Congo. London, Hydrogr. Departm. 1900. Peterm. Mitth. 47, 12, 196 (Ref.).
A. v. Kaleczinsky. Ueber das höchst merkwürdige thermische Verhalten der Salzseen bei Szováta in Siebenbürgen. Globus 81, 1, 20.
W. Halbfass. Beiträge zur Kenntniss der Pommerschen Seen. Gotha, 1901.
W. Halbfass. Ueber einige Einsturzbecken im nordwestlichen Thüringen und in der Vorderrhön. Globus 81, 1, 7—12.
Alexander v. Kaleczinsky. Ueber die ungarischen warmen und heissen Kochsalzseen als natürliche Wärme-Accumulatoren, sowie über die Herstellung von warmen Salzseen und Wärme-Accumulatoren. Budapest, 1901.
Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet. Bearbeitet und herausgegeben von dem Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden. Heft VI. Das Maingebiet von M. v. Tein. Berlin, 1901.
Amerigo Raddi. Studî idrologici ed idrografici sulla natura delle sorgenti e resultati di studî specimentali sulle sorgenti di Nascio in Liguria. Firenze, 1901. Naturw. Rundsch. 17, 1, II.
D. T. Smith. Relative Velocity in Streams. Nature 65, 1678, 174.

80. Eis, Gletscher, Eiszeit.

V. Garde. Isforholdene i de arktiske Hare 1900. Peterm. Mitth. 47, 12, 208.
H. Arctowski. Sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'Expédition Antarctique Belge. Brux. Bull. Soc. Belge. Géol. 1901.
A. Delebecque. Contribution à l'étude du Système glaciaire des Vosges Françaises. Bull. Serv. Carte géol. Paris, 1901. Centralbl. f. Min., Geol. u. Palaeont. 1901, 24, 765.
Charles Rabot. Les Variations de Longeur des Glaciers. Nature 65, 1678, 172.
Dr. **S. Finsterwalder** et **E. Muret.** Les variations périodiques des glaciers, VIme rapport 1900, rédigé au nom de la Commission internationale des glaciers. Arch. sc. phys. 12, 8, 118—131.
H. Schardt. L'éboulement glaciaire du Simplon. Arch. sc. phys. 12, 8, 183—184.
H. N. Dickson. Mean Temperature and the Causer of Glacial Periods. Symon's Meteorolog. Magazine 36, 145—146. Month. Weather Rev. 29, 408, 9. Sept. 1901.
E. Fischer. Eiszeittheorie. Heidelberg, C. Winter.
J. Ch. Moberg u. **N. O. Holst.** De sydskånska rullstensåsarnes vittnesbörd i fragan om istidens kontinuitet. Lund, 1899.
N. O. Holst. De sydskånska rullstensåsarnes vittnesbörd i fragan om istidens kontinuitet. Lund, 1899. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1901, 13 u. 14, 305.
G. Maas. Ueber Endmoränen in Westpreussen und angrenzenden Gebieten. Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanst. 1900.
P. Vinassa de Regny. Tracce glaciali nel Montenegro. Atti R. Acc. dei Lincei 298, 10, 11, 270—271.
The Ancient Glaciers of Skye. Nature 65, 1678, 189—190.
Max Hildebrandt. Untersuchungen über die Eiszeiten der Erde, ihre Dauer und ihre Ursachen. Berlin, 1901, L. A. Kuntze. Naturw. Rundsch. 17, 1, IV.
Friedrich Krauss. Die Eiszeit und die Theorien über die Ursachen derselben. Naturw. Rundsch. 17, 1, IV.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. 15. Februar 1902. Nr. 3.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 3 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 15. Januar bis 2. Februar 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

E. Bouant. La Physique et la Chimie du brevet élémentaire de capacité de l'enseignement primaire. 9. éd. VIII u. 528 S. Paris, Delalain frères, 1901.

Walton Martin and **William H. Rockwell.** Chemistry and Physics. 374 S. London, Henry Kimpton, 1901.

G. Pfeiffer. Leitfaden der Physik. 3. Aufl. Für Unterrichtszwecke der Königl. Oberfeuerwerkerschule gedruckt. VIII u. 275 S. Berlin, Vossische Buchh., 1901.

A. S. Saucerotte. Petite Physique des écoles. 28. éd. VIII u. 212 S. Paris, Delalain frères, 1901.

Wilhelm Schmidt. Physikalisches und Technisches bei Philon von Byzanz. Bibl. math. (3) 2, 377—383, 1901.

John William Strutt, Baron Rayleigh. Scientific Papers 3, XII u. 596 S. Cambridge, At the University Press, 1902.

Ch. Ed. Guillaume et **L. Poincaré.** Travaux du congrès international de physique réuni à Paris en 1900 sous les auspices de la société Française de physique. 4. Procès-Verbaux. — Annexes. — Liste des Membres. 169 S. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

Ernst Krause. Die ältere Geschichte des Thermometers. Prometheus 12, 417—420, 1901.

G. Hellmann. Zur Optik des Robertus Linconiensis. Bibl. math. (3) 2, 443—444, 1901.

Ray Stannard Baker. Where the world's standards measurement are set. A description of one of the most wonderful institutions in the world. Pearson's Mag. 1901, 593—605.

Henry S. Carhardt. The imperial physico-technical institution in Charlottenburg From the Smiths. Rep. for 1900, 403—415, 1901.
The national physical laboratory. Electrician **48**, 537, 1902.

1b. Maass und Messen.

Ch.-Ed. Guillaume. La Convention du Mètre et le Bureau international des Poids et Mesures, Paris, Gauthier-Villars 1902.
Comptes rendus des séances de la troisième Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1901. Paris, Gauthier-Villars, 1901.
C. Koppe. Die Kunst des Beobachtens und die Täuschung der Sinne. Prometheus **12**, 279—285, 292—298, 1901.
H. H. Turner. On a simple Method of Accurate Surveying with an Ordinary Camera. Roy. Astron. Soc. **62**, 126—132, 1901.
Arthur R. Hinks. On the Accuracy of Measures on Photographs: Remarks on recent Papers by M. Loewy and Mr. H. C. Plummer. Roy. Astron. Soc. **62**, 132—137, 1901.
R. Etzold. Messung kleiner Zeittheile. D. Mech.-Ztg. 1902, 1—3.
U. Behn. Ein neues Verfahren zur Messung der Expositionszeit von Momentverschlüssen. Photogr. Rundsch. **15**, 118—122, 1901.
G. Lippmann. Sur la mise au foyer d'un collimateur ou d'une lunette au moyen de la mesure d'une parallaxe. C. R. **134**, 16—17, 1902.
G. Lippmann. Méthode pour vérifier si une glissière ou une règle sont rectilignes. C. R. **134**, 17—18, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

F. Poske. Das Hebelgesetz in historischer und didaktischer Beziehung. ZS. f. Unterr. **15**. 5—9, 1902.
Friedrich C. G. Müller. Eine schulmässige Theorie des Hebels. ZS. f. Unterr. **15**, 9—12, 1902.
Siegmund Kraus. Elementare Fallversuche. ZS. f. Unterr. **15**, 25—26, 1902.
A. Kurz. Zur Lehre vom stabilen Schwimmen. ZS. f. Unterr. **15**, 21, 1902.
Leopold Kann. Wellenapparat zur Demonstration der Zusammensetzung. beliebig vieler Wellen ZS. f. Unterr. **15**, 16—18, 1902.
H. Rebenstorff. Diffusion von Bromdampf in Wasserstoff und Luft. ZS. f. Unterr. **15**, 26, 1902.
K. Fuchs. Linsenconstructionen. ZS. f. Unterr. **15**, 22—25, 1902.
F. Scriba. Jodstärke als Wärmeindicator. ZS. f. Unterr. **15**, 26—27, 1902.
K. F. Slotte. Apparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes. ZS. f. Unterr. **15**, 12—16, 1902.
H. Rebenstorff. Ein Luftthermoskop mit erhöhter Empfindlichkeit. ZS. f. Unterr. **15**, 19—21, 1902.
A. Höfler. Zu Mach's Versuch über Wärmestrahlung. ZS. f. Unterr. **15**, 26, 1902.
H. Bohn. Arbeitsleistung beim Elektrophor. ZS. f. Unterr. **15**, 27, 1902.
H. Bohn. Die Behandlung des Quecksilbers in physikalischen Cabinetten. ZS. f. Unterr. **15**, 27—28, 1902.
A. Höfler. Ueber physikalische „Leitaufgaben". ZS. f. Unterr. **15**, 1—5, 1902.

2. Dichte.

3. Physikalische Chemie.

Felix Lengfeld. Some applications to chemistry of J. J. Thomson's work on the structure of the atom. Journ. Phys. Chem. **5**, 639—642, 1901.
K. F. Slotte. Ueber die Molekularbewegung fester Körper. Öfv. Finska Vet.-Soc. Förh. **43**, 49—73, 1900/01.

G. Oddo. Determinazione del peso moleculare col metodo ebullioscopico nelle sostanze volatili. Comportamento dell' iodio. Lincei Rend. (5) **11**, 12—20, 1902.
Carl Forch. Die Aenderung des Molekularvolums gelöster Salze mit der Temperatur. Phys. ZS. **3**, 183, 1902.
Ph. A. Guye et **E. Mallet.** Constantes critiques et complexité moléculaire d'hydrocarbures élevés. C. R. **133**, 1287—1290, 1901.
W. Ramsay. The inert constituents of the atmosphere. Popular Science Monthly 1901, 581—595.
E. Warburg. Ueber spontane Desozonisirung. Berl. Ber. 1901, 1126—1139.
R. Wegscheider. Ueber die Grenzen zwischen Polymorphie und Isomerie. Wien. Ber. **110** [2a], 907—928, 1902.
Georges Charpy et **Louis Grenet.** Sur l'équilibre chimique des systèmes fer-carbone. C. R. **134**, 103—105, 1902.
F. A. H. Schreinemakers. Dampfdrucke im System: Wasser, Aceton und Phenol. I. ZS. f. phys. Chem. **39**, 485—510, 1902.
P. D. Zacharias. Ueber den Zustand und die Eigenschaften der Colloide. ZS. f. phys. Chem. **39**, 468—484, 1902.
Frank Austin Lidbury. Ueber das Schmelzen dissociirender Verbindungen. ZS. f. phys. Chem. **39**, 453—467, 1902.

3a. Krystallographie.

N. Story Maskelyne, H. A. Miers. L. Fletcher, W. J. Sollas, W. Barlow, G. F. Herbert Smith and the **Earl of Berkeley.** The Structure of Crystalls. Rep. Brit. Ass. Glasgow 1901. Sect. C. 41 S.

4. Mechanik.

Karl Heun. Ueber die Hertz'sche Mechanik. Sitzber. d. Berl. Math. Ges. 1901, 12—16.
Gian Antonio Maggi. Di alcune nuove forme delle equazioni della Dinamica, applicabili ai sistemi anolonomi. Lincei Rend. (5) **10**, 287—292, 1901.
Leo Königsberger. Die Principien der Mechanik für mehrere unabhängige Variable, Berl. Ber. 1901, 1092—1111.
Th. Schmiedel. Bewegungsenergie und Gravitation als Grundlagen von Physik und Chemie. Festschr. Säcularf. d. Naturhist. Ges. Nürnberg, 1901.
T. J. J'a Bromwich. On the Potential of a single sheet. Arch. d. Math. u. Phys. (3) **2**, 295—297, 1902.
A. F. Sundel. Ueber den von Duhamel begründeten Beweis des Princips der virtuellen Geschwindigkeiten. Öfvers. Finska Vet.-Soc. Förh. **43**, 21 S. 1901.
J. Weingarten. Ueber den Satz vom Minimum der Deformationsarbeit. Arch. d. Math. u. Phys. (3) **2**, 233—239, 1902.
H. Schubert. Gleichgewichtsbedingungen für vier Kräfte, die senkrecht zu einer starren Geraden wirken. Arch. d. Math. u. Phys. (3) **2**, 279, 1902.
Mesnager. Tensions intérieures produites par deux forces égales et directement opposées agissant sur un solide indéfini. Applications. C. R. **133**, 1286—1287, 1901.
Stanislaus Jolles. Synthetische Theorie der Centrifugal- und Trägheitsmomente eines ebenen Flächenstückes. Arch. d. Math. u. Phys. (3) **2**, 327—341, 1902.
P. Duhem. Stabilité, pour des perturbations quelconques, d'un système affecté d'un mouvement de rotation uniforme. C. R. **134**, 23—24, 1902.
Wilhelm Bahrdt. Ueber die Bewegung eines Punktes auf einer rauhen Fläche, insbesondere auf einem rauhen Kreiscylinder und einem rauhen Kreiskegel. 47 S. Diss., Kiel, 1901.
Fritz Kötter. Ein Beweis des Jabobi'schen Theorems von der Zusammensetzbarkeit einer Kreiselbewegung aus den Inversionen zweier Poinsotbewegungen. Sitzber. d. Berl. Math. Ges. 1901, 11—12.

Gustav Benischke. Ueber Resonanzerscheinungen. Elektrot. ZS. **23**, 27—29, 1902.
F. Richarz et **O. Krigar-Menzel.** Remarques sur le rapport de M. C.-V. Boys. Congr. intern. de phys. **4**, 69—73, 1901.
A. Korn. Sur les vibrations universelles de la matière. C. R. **134**, 31—33, 1902.
H. Haga. Ueber den Klinkerfues'schen Versuch. 73. Naturf.-Vers. Hamburg. [Phys. ZS. **3**, 191—194, 1902.
Karl Heun. Die Bedeutung des D'Alembert'schen Princips für starre Systeme und Gelenkmechanismen. Arch. d. Math. u. Phys. (3) **2**, 298—326, 1902.
F. Heerwagen. Kugellager. Erfahrungen aus dem Betriebe und Beiträge zur Theorie. ZS. d. Ver. D. Ingen. **48**, 1701—1705, 1901.

5. Hydromechanik.

J. Weingarten. Ueber einen Satz der Hydrodynamik. Sitzber. d. Berl. Math. Ges. 1901, 2—3.
R. Siedek. Studie über eine neue Formel zur Ermittelung der Geschwindigkeit des Wassers in Flüssen und Strömen. Oesterr. Ing.-Ztg. 1901, 58 S.

6. Aeromechanik.

G. D. Hiscox. Compressed Air: its Production, Uses and Appliances. Comprising the Physical Properties of Air from a Vacuum to its Liquid State, its Thermodynamics. Compression, Transmission, and Uses as a Motive Power. 822 S. London, Low, 1902.
E. Oeckinghaus. Das ballistische Problem auf Grundlage der Versuche und der Integrabilität (innere Ballistik]. Wien. Sitzber. **109**, 1159—1307, 1901.
Ravaković. Bemerkungen zur Theorie des ballistischen Pendels. Anz. d. Akad. d. Wiss. zu Wien 1901, 135. Wien. Ber. **110** [2a], 511—518, 1901.
Adolf Kneser. Ein Beitrag zur Frage nach der zweckmässigsten Gestalt der Geschossspitzen. Arch. d. Math. u. Phys. (3) **2**, 267—278, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

W. Voigt. Erweiterte Elasticitätstheorie. Berl. Ber. 1901, 1266—1269.
Orazio Tedone. Su alcuni problemi di equilibrio elastico. Lincei Rend. (5) **10**, 294—296, 1901.

7b. Capillarität.

Edouard Herzen. Les tensions superficielles dans les mélanges de liquides normaux. Soc. Vaud. sc. nat. 23. Oct. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **12**, 642—644, 1901.
Alfred Gradenwitz. Ueber eine neue Methode zur Bestimmung von Capillarconstanten verdünnter Salzlösungen. 71 S. Diss., Breslau, 1902.
Selim Lemström. On the State of Liquids in Capillary Tubes under Influence of Electrical Air-Currents. Öfvers. Finska Vet.-Soc. Förh. **43**, 233—254, 1900/01.

7c. Lösungen.

G. Bruni. Ueber feste Lösungen. 54 S. Stuttgart, 1901.
James Barnes. On the relation of the viscosity of mixtures of solutions of certain salts to their state of ionisation. Trans. Nova Scot. Inst. of Sc. [Chem. News **85**, 30—31, 40—42, 1902. (Forts.)

Desiderius Pekár. Ueber die moleculare Oberflächenenergie der Lösungen. (Das Molekulargewicht des Schwefels.) ZS. f. phys. Chem. **39**, 433—452, 1902.

A. Smits. Ueber den Verlauf des Factors *i* bei mässig verdünnten wässerigen Lösungen als Function der Concentration. ZS. f. phys. Chem. **39**, 385—432, 1902.

F. G. Daman. A Theory of Colloidal Solution. Proc. Phys. Soc. London **17**, 678—685, 1901.

J. H. van 't Hoff, W. Meyerhoffer u. **Norman Smith.** Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XXIII. Das Auftreten von Kieserit bei 25°. Berl. Ber. 1901, 1034—1044.

J. H. van 't Hoff und **F. Weigert.** Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XXIV. Gips und Anhydrit. 3. Der natürliche Anhydrit und dessen Auftreten bei 25°. Berl. Ber. 1901, 1140—1148.

Frank R. Cameron and **Atherton Seidell.** Solubility of gypsum in aqueous solutions of certain electrolytes. Journ. Phys. Chem. **5**, 643—655, 1901.

N. Kurnakow und **N. Puschin.** Ueber Kalium-Natriumlegirungen. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **33**, 588—592, 1901. ZS. f. Elektrochem. **8**, 55, 1902.

7d. Diffusion.

7e. Absorption und Adsorption.

Ludwig Matthiessen. Die Adsorption von Gasen in Flüssigkeiten oder fein pulverisirten Körpern. ZS. f. Unterr. **15**, 21—22, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

Paul R. Heyl. Change of Pitch of Sound with Distance. Nature **65**, 273, 1902.

Lucian Grabowski. Theorie des harmonischen Analysators. Wien. Ber. **110** [2a], 717—889, 1901.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

Charles S. Hastings. Light: A Consideration of the more familiar Phenomena of Optics. 224 S. New York, Charles Scribner's Sons, 1902.

Peter Lebedew. Researches on the pressure forces of light. Chem. News **85**, 37—40, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

R. W. Wood. On the propagation of Cusped Waves and their Relation to the Primary and Secundary Focal Lines. Proc. Phys. Soc. London **17**, 667—671, 1901.

R. W. Wood. On Cyanine Prisms and a new Method of exhibiting Anomalous Dispersion. Proc. Phys. Soc. London 17, 671—674, 1901.

Raveau. Sur l'observation de la réfraction conique intérieure ou extérieure. Soc. Franç. de Phys. Nr. 173, 1—2, 1901.

A. Gleichen. Geometrische Constructionen neben der Methode der Durchrechnung bei photographischen Objectiven. Der Mechaniker 10, 13—16, 1902 (Forts.).

R. W. Wood. A Mica Echelon Grating. Proc. Phys. Soc. London 17, 664—667, 1901.

R. W. Wood. The Anomalous Dispersion of Sodium Vapor. Roy. Soc. London, 20. June 1901. [Nature 65, 284—286, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

Valentin Häcker und **Georg Meyer.** Die blaue Farbe der Vogelfedern. Zool. Jahrb. 15, 267—294, 1901.

W. N. Hartley and **H. Ramage.** Banded Flame-Spectra of Metals. Dublin Trans. 1901, 14 S.

W. N. Hartley. Notes on quantitative spectra of beryllium. Chem. News 85, 25—26, 1902.

E. C. C. Baly and **H. W. Syers.** The Spectrum of Cyanogen. Proc. Phys. Soc. London 17, 793—799, 1901.

R. W. Wood. On the Production of a Bright-Line Spectrum by Anomalous Dispersion and its application to the „Flash-Spectrum". Proc. Phys. Soc. London 17, 687—692, 1901.

W. H. Julius. Ueber die Doppellinien im Spectrum der Chromosphäre und ihre Erklärung aus der anomalen Dispersion des Photosphärenlichtes. Phys. ZS. 3, 154—159, 1902.

O. Lummer und **E. Gehrcke.** Ueber den Bau der Quecksilberlinien. Berl. Ber. 1902, 11—17.

Ch. Fabry et **A. Pérot.** Mesures de longueurs d'onde en valeur absolue, spectre solaire et spectre du fer. Ann. chim. phys. (7) 25, 91—139, 1902.

G. P. Drossbach. Ueber ultraviolette Absorptionsspectren. Ber. D. chem. Ges. 35, 91—93, 1902.

13. Photometrie.

Ernest Blaker. A spectrophotometric comparison of the relative intensity of light from carbon at different temperatures. The Phys. Rev. 13, 345—368, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Th. Tommasina. Sur l'existence de rayons qui subissent la réflexion dans le rayonnement émis par un mélange de chlorures de radium et de baryum. C. R. 133, 1299—1301, 1901.

P. Curie et **Mme. S. Curie.** Sur les corps radioactifs. C. R. 134, 85—87, 1902.

F. Giesel. Ueber radioactives Blei. Ber. D. chem. Ges. 35, 102—105, 1902.

W. Kaufmann. Die magnetische und elektrische Ablenkbarkeit der Becquerelstrahlen und die scheinbare Masse der Elektronen. Gött. Nachr. 1901, 143—155.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

L. H. Siertsema. Die Dispersion der magnetischen Drehung der Polarisationsebene in Wasser im sichtbaren Spectrum. Onnes Comm. Leyden Nr. 73, 1901. Zugleich: Arch. Néerl. (2) 6, 825—833, 1901.

L. H. Siertsema. The dispersion of magnetic rotation of the plane of polarisation in negatively rotating salt-solutions. II. Further measurements with potassium ferricyanide. Comm. Nr. 76 from the Phys. Laboratory at Leiden. Onnes Comm. Leyden Nr. 76, 1901. [Proc. Amsterdam **4**, 339—356, 1901.

15 c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

Otto Schönrock. Theoretische Bestimmung des Axenfehlers von Krystallplatten. ZS. f. Instrk. **22**, 1—14, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

E. Englisch. Die Photographie als Wissenschaft. Photogr. Rundsch. **15**, 220—225, 246—249, 1901.
R. Neuhauss. Directe Farbenphotographie durch Körperfarben. Photogr. Rundsch. **16**, 1—11, 1902.
A. Hesekiel. Ueber neue Photographien in natürlichen Farben. 73. Naturf. Vers. Hamburg. [Phys. ZS. **3**, 194—195, 1902.

17. Physiologische Optik.

Georges Weiss. Sur l'aberration de sphéricité de l'oeil. C. R. **134**, 98—100, 1902.

18. Optische Apparate.

IV. Wärmelehre.

19 a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19 b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

A. Denizot. Zum zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie (Forts.). ZS. f. d. ges. Kälteind. **8**, 201—203, 1901.
O. Zuntz. Der Mensch als calorische Maschine und der zweite Hauptsatz. Phys. ZS. **3**, 184—185, 1902.
H. Kamerlingh Onnes. Ueber die Reihenentwickelung für die Zustandsgleichung der Gase und Flüssigkeiten. Onnes Comm. Leyden Nr. 74, 1901. Zugleich: Arch. Néerl. (2) **6**, 874—888, 1901.
W. H. Keesom. Contributions to the knowledge of van der Waal's ψ-surface. V. The dependence of the plait-point constants on the composition in binary mixtures with small proportions of one of the components. Onnes Comm. Leyden Nr. 75. Proc. Amsterdam **4**, 293—307, 1901.
J. Rose-Innes. The Thermal Properties of Isopentane compared with those of Normal Pentane. Proc. Phys. Soc. London **17**, 692—695, 1902.
Ph. A. Kohnstamm. The shape of an empiric isothermal of a binary mixture. Proc. Amsterdam **4**, 320—338, 1901.

19 c. Kinetische Theorie der Materie.

G. Jäger. Das Vertheilungsgesetz der Geschwindigkeiten der Gasmolekeln. Wien. Anz. 1902, 6—7.

19 d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

P. Chappuis. Note relative au rapport sur l'échelle normale des températures. Congr. intern. de phys. **4**, 128, 1901.
André Job. Nouvelle méthode pour la mesure et l'inscription. C. R. **134**, 39—41, 1902.

F. Kurlbaum. Ueber eine einfache Methode, die Temperatur leuchtender Flammen zu bestimmen. Phys. ZS. 3, 187—188, 1902.

Rudolf Rothe. Ueber einen Thermostaten für tiefe Temperaturen und seine Anwendung bei der Vergleichung von Thermoelementen. ZS. f. Instrk. 22, 14—21, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

W. Louguinine et **Schukareff.** Thermochimie des alliages. C. R. Séances Soc. Phys. de Genève 3. Oct. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 12, 648—649, 1901.

de Forcrand. Chaleur de formation de l'hydrate de chlore. C. R. 133, 1304—1306, 1901.

Berthelot. Sur la chaleur dégagée dans la réaction de l'oxygène libre sur le pyrogallate de potasse. Ann. chim. phys. (7) 25, 75—77, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22 a. Schmelzen, Erstarren.

R. S. Hutton. On the fusion of quartz by means of the electric arc. Manchester Lit. and Phil. Soc. January 7, 1902. [Nature 65, 263, 1902.

W. Zöller. Ueber die Aenderung des Aggregatzustandes von Eisen im Schmelzofen. Prometheus 12, 529—535, 1901.

N. Kurnakow und **N. Puschin.** Ueber die Schmelztemperaturen der Natriumkaliumlegirungen. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 33, 588—592, 1901. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 173—174.

O. Boudouard. Sur les alliages d'aluminium et de magnésium. Bull. soc. chim. (3) 27, 5-7, 1902.

P. Bachmetjew. Ueber die Ueberkaltung der Flüssigkeiten. 73. Naturf. Vers. Hamburg. Phys. ZS. 3, 195—196, 1902.

F. M. Raoult. Cryoscopie. 160 S. Paris 1901.

22 b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

Georg W. A. Kahlbaum, Karl Roth und **Philipp Siedler.** Ueber Metalldestillation und über destillirte Metalle. ZS. f. anorg. Chem. 29, 177—294, 1902.

23. Calorimetrie.

24. Verbreitung der Wärme.

24 a. Wärmeleitung.

H. Schoentjes. Détermination expérimentale du coefficient de transmission de la chaleur à travers les verres à vitre et à travers les doubles parois en verre. S.-A. Ann. Ass. des Ing. sort. des Écol. spéc. de Gand. 24, 59 S. 1901.

24 b. Wärmestrahlung.

Cl. Schaefer. Ergebnisse der neueren Strahlungsmessungen. ZS. Ver. D. Ing. 49, 17—22, 1902.

J. H. Jeans. The Mechanism of Radiation. Proc. Phys. Soc. London 17, 754—793, 1901.

Edward L. Nichols and **Ernest Blaker.** A further note on the visible radiation from carbon. The Phys. Rev. 13, 378—380, 1901.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

Eduard Riecke. Zur Bewegung eines elektrischen Theilchens im elektromagnetischen Felde. Phys. ZS. 3, 182—183, 1902.

Gouy. Sur les maxima électrocapillaires de quelques composés organiques. C. R. 133, 1301—1303, 1901.
Emil Kohl. Ueber eine Erweiterung der Stefan'schen Entwickelung der Maxwell'schen Gleichungen für ungleichartige Mittel. S.-A. Monatsh. f. Math. u. Phys. 13, 156—184, 1901.
C. A. Chant. An Experimental Investigation into the „Skin" effect in Electrical Oscillators. Sill. Journ. (4) 13, 1—19, 1902.
J. A. Fleming and **A. W. Ashton.** On a Model which imitates the Behaviour of Dielectrics. Proc. Phys. Soc. London 17, 745—751, 1901.
A. W. Ashton. Note on the Electrification of Dielectrics by Mechanical Means. Proc. Phys. Soc. London 17, 751—754, 1901.
A. W. Ashton. On the Resistance of Dielectrics and the Effect of an Alternating Electromotive Force on the Insulating Properties of India-rubber. Proc. Phys. Soc. London 17, 720—745, 1902.
Will G. Hormell. Dielectric constant of paraffins. Sill. Journ. (4) 12, 433—446, 1901.
Herman Schlundt. On the dielectric constants of pure solvents. Bull. Univers. Wisconsin 2, 355—389, 1901.
R. S. Bottone. Wireless Telegraphy and Hertzian-Waves. 3. ed. 136 S. London, Whittaker, 1902.
Graf **Arco.** Einige funkentelegraphische Installationen der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft. Elektrot. ZS. 23, 88—90, 1902.
J. Reyval. Notes sur la télégraphie sans fil en Allemagne Éclair. électr. 30, 121—133, 1902.
E. Ducretet. Téléphonie sans fil, par la terre. C. R. 134, 92—93, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

E. Warburg. Remarque au sujet du rapport de MM. Bichat et Swyngedauw. Congr. intern. de phys. 4, 117—118, 1901.

27. Elektrostatik.

H. Mache. Ueber die Zerstreuung der Elektricität in abgeschlossener Luft. Wien. Anz. 1901, 309—310.
William Duane. Note on electrometers. The Phys. Rev. 13, 369—377, 1901.
Hans Geitel. Ueber die Anwendung der Lehre von den Gasionen auf die Erscheinungen der atmosphärischen Elektricität. Vortrag, gehalten in der Gesammtsitzung der wissenschaftlichen Hauptgruppen der 73. Versamml. D. Naturf. und Aerzte in Hamburg, mit ergänzenden Zusätzen und Litteraturnachweisen versehen. 27 S. Braunschweig, Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, 1901.

28. Batterieentladung.

F. Beaulard. Sur la différence de potentiel et l'amortissement de l'étincelle électrique à caractère oscillatoire. C. R. 134, 90—92, 1902.
E. Rutherford. Discharge of electricity from glowing platinum and the velocity of the ions. The Phys. Rev. 13, 321—344, 1901.

29. Galvanische Ketten.

30. Galvanische Mess- und Hülfsinstrumente.

E. Basil Wedmore. Earth currents derived from distributing systems. Electrician 48, 541—543, 1902.
K. Sieber. Neues Verfahren zur Verminderung des Schienenpotentialgefälles elektrischer Bahnen mit Schienenrückleitung. Elektrot. ZS. 23, 99, 1902.
Ueber den Verlauf der Rückströme von Strassenbahnen und über ihre elektrolytischen Wirkungen. Elektrot. ZS. 23, 68—70, 1902.
Th. Monreaux. De l'influence des courants „vagabonds", sur le champ magnétique terrestre à l'observatoire du parc Saint-Maur. Ann. chim. phys. (7) 25, 139—144, 1902.

R. Abegg. Ein einfacher Flüssigkeitswiderstand zum Laboratoriumsgebrauch. ZS. f. Elektrochem. 8, 43—44, 1902.
Rollo Appleyard. A Direct-reading Conductivity-Bridge. Proc. Phys. Soc. London 17, 685—687, 1901.
Robert Weber. Appareil montrant les modifications du courant alternatif. Arch. sc. phys. et nat. (4) 12, 602—608, 1901.
Erich Marx. Ueber ein Hochfrequenz-Messgeräth zur Bestimmung von Periode, Capacität und Selbstinduction eines Entladungskreises. Leipz. Ber. 1901, 437—442.
Armagnat. Appareils récents destinés à observer et à enregistrer la forme des courants alternatifs. Soc. Franç. de Phys. Nr. 173, 2—4, 1901.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

E. Carvallo. Extension des deux lois de Kirchhoff. C. R. 133, 1290—1293, 1901.
A. Franchetti. Capacità di polarizzazione e dissipazione di energia di alcuni voltametri sottoposti a correnti alternate. Revista Tecnica 1, 24 S. 1901.
S. A. F. White. On the Effect of a High Frequency Oscillating Field upon the Electrical Resistance of Selenium and Tellurium. Proc. Phys. Soc. London 17, 800, 1901.
G. Gouré de Villemontée. Résistivité et fluidité. Congr. intern. de phys. 4, 84—102, 1901.
D. Negreano. Méthodes galvanométriques de mesure des grandes résistances liquides. Congr. intern. de phys. 4, 103—108, 1901.

32. Elektrochemie.

H. Pellat. De la distinction que l'on doit établir entre la force électromotrice de contact et la différence de potentiel au contact. Congr. intern. de phys. 4, 77—83, 1901.
F. v. Lerch. Ueber die Abhängigkeit der Polarisation von Stromdichte und Temperatur. Wien. Anz. 1901, 310—315.
Rolla R. Ramsey. Die Wirkung von Schwere und Druck auf die elektrolytischen Vorgänge. Phys. ZS. 3, 177—182, 1902.
W. Pfanhauser. Zinnschwamm und Zinnkrystall durch Elektrolyse. ZS. f. Elektrochem. 8, 41—43, 1902.
P. Drude. Bemerkungen zu Versuchen des Herrn Urbasch. ZS. f. Elektrochem. 8, 65—67, 1902.
N. Piltschikoff. Sur la Photogalvanographie. Congr. intern. de phys. 4, 74—76, 1902.
C. D. Child. Die Geschwindigkeit der von heissen Drähten ausgehenden Ionen. Phys. ZS. 3, 158—161, 1902.
William T. Mather. A New Apparatus for Determining the Relative Velocities of Ions; with Some Results for Silver Ions. Amer. Chem. Journ. 26, 473—491, 1901.
Franz Peters. Die elektrolytische Bildung von Bleisuperoxyd aus metallischem Blei. Centralbl. Accum. 2, 293—296, 305—310, 321—322, 1901.
Harry C. Jones and **James M. Douglas.** The Dissociation of Certain Acids, Bases and Salts at Different Temperatures. Amer. Chem. Journ. 26, 428—453, 1901.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

G. Belloc. Sur la thermo-électricité des aciers et des ferronickels. C. R. 134, 105—106, 1902.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

J. Stark. Bemerkungen zur elektrischen Strömung durch hohe Vacua. Phys. ZS. **3**, 165—167, 1902.
William Rollins. Resistance in High Vacua. Sill. Journ. (4) **13**, 62—63, 1902.
E. Goldstein. Notiz über Erkennung von Undichtigkeitsstellen an Entladungsröhren. Phys. ZS. **3**, 153—154, 1902.
J. Stark. Ueber die Reflexion der Kathodenstrahlen. Phys. ZS. **3**, 161—165, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

Emilio Villari. How Air subjected to x-rays loses its Discharging Property, and how it produces Electricity. Proc. Phys. Soc. London **17**, 674—678, 1901.

36. Magnetismus.

Wilhelm Volkmann. Die Theorie der Augenmagnete. S.-A. 24 S. Klin. Monatsh. f. Augenheikunde **40**, 1902.
H. Nagaoka and **K. Honda.** Magnetostriction of some ferromagnetic substances. Nature **65**, 246, 1902.
S. W. Richardson. The magnetic Properties of the Alloys of Cast-Iron and Aluminium. Proc. Phys. Soc. London **17**, 695—720, 1901.
M. J. Pupin. An experimental investigation of „Energy Dissipation" in a weak magnetic field. New. York Acad. of Sc. 2. Dec. 1901. [Science (N. S.) **15**, 71, 1902.
A. Dina. Ueber rotirende Hysteresis. Experimenteller Vergleich zwischen rotirender, statischer und Wechselstromhysteresis. Elektrot. ZS. **23**, 41—45, 1902.
R. Paillot. Recherches sur les forces électromotrices d'aimantation. 91 S. Thèse, Lille, Imp. Danel, 1901.
E. van Everdingen jun. Recherches sur les phénomènes que présentent les métaux traversés par un courant électrique ou calorifique dans un champ magnétique. Onnes Comm. Leyden Suppl. Nr. 2, 1—106. Arch. Néerl. (2) **4**, 371—476, 1901.
E. van Everdingen jun. Quelques remarques sur l'application de la théorie des électrons à l'augmentation de la résistance électrique dans un champ magnétique et au phénomène de Hall. Onnes Comm. Leyden Nr. 72, 1—9, 1901 zugleich: Arch. Néerl. (2) **6**, 294—302, 1901.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Vasilesco Karpen. Principe relatif à la distribution des lignes d'induction magnétique. C. R. **134**, 88—90, 1902.

38. Elektrodynamik. Induction.

E. Carvallo. Équations générales de l'Électrodynamique dans les conducteurs et les diélectriques parfaits en repos. C. R. **134**, 36—39, 1902.
W. de Nicolaiève. Sur une nouvelle réaction entre les tubes électrostatiques et les isolateurs. C. R. **133**, 1293—1295, 1902.
W. de Nicolaiève. Sur le champ électrostatique autour d'un courant électrique et sur la théorie du professeur Poynting. C. R. **134**, 33—36, 1902.

39. Vermischte Constanten.

Ch. Ed. Guillaume. Les aciers au nickel et leurs applications à la chronométrie. 23 S. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Ball. The Story of the Heavens. Casell.
E. C. Pickering. Astronomical Observatory of Harvard College. Sill. Journ. **11**, 62, 173, 1901.
Felipe Valle. Anuario del observatorio astronomico nacional de Tacubaya para el año de 1902. Año 22, Mexico, Oficina tip. de la secretaria de fomento, 1901.
Simon Newcomb. The Stars. A Study of the Universe. J. Murray.
Garett Serviss. Pleasures of the Telescope. An Illustrated Guide for Amateur Astronomers, and a Popular Description of the Chief Wonders of the Heavens, for General Readers. Hirschfeld.
Anne Sewell Young. On the density of the solar Nebula. Astrophys. Journ. **13**, 5, 338—343, 1901.
H. Battermann. Resultate für Mondort, Mondhalbmesser und Sonnenparallaxe, abgeleitet aus den Astr. Nachr. 3457—3458 veröffentlichten Sternbedeckungen. Astr. Nachr. **157**, 10—11, 165—186.
Simon Newcomb. A Rude Attempt to Determine the total Light of all the Stars. Astrophys. Journ. **14**, 5, 297—312, 1901.
K. Schwarzschild in München. Ueber die photographische Vergleichung der Helligkeit verschiedenfarbiger Sterne. Wien. Sitzber. **109**, 10, 1127—1134, 1900. Abth. 2 a.
H. Kayser. Spectral Phenomena connected with the Cooling of very hot Stars. Astrophys. Journ. **14**, 5, 313—316, 1901.
E. Haschek. Spectroscopic Studies. Astrophys. Journ. **14**, 3, 181—201, 1901.
William Huggins. Motion in the Line of Sight. Astrophys. Journ. **14**, 5, 369, 1901.

1 B. Planeten und Monde.

E. E. Barnard. On the Dimensions of the Planets and Satellites and on the surface Features of some of these Bodies. Astr. Nachr. **157**, 16, 261—268, 1902.
Mittheilungen der grossherzogl. Sternwarte zu Heidelberg (astronomisches Institut). Herausgegeben von W. Valentiner. Karlsruhe, 1901. gr. 8°. 25 S. Inhalt: E. Jost, Photometrische Beobachtung des Mercur während der totalen Sonnenfinsterniss am 28. Mai 1900 in Ovar (Portugal).
Ball. The Earth's Beginning. Casell.
Prof. Dr. **Egon v. Oppolzer** in Innsbruck. Erdbewegung und Aether. Wien. Anz. **27**, 305, 1901.
J. E. S. Moore. To the Mountains of the Moon. Nature **65**, 1682, 273—275, 1902.
Gustav Witt. Die kleinen Planeten. Himmel und Erde **14**, 1, 1—18, 1901.
Gustav Witt. Die kleinen Planeten (Fortsetzung). Himmel und Erde **14**, 4, 170—177, 1902.
T. J. J. See. Researches on the Diameter of Jupiter made with the 26 inch Refractor of the U. S. Naval Observatory. Washington. Astr. Nachr. **157**, 13, 213—218.
Diameter of Jupiter. Nature **65**, 1681, 258, 1902.

1C. Fixsterne und Nebelflecken.

Isaac Roberts. Photographs of Stars, Starclusters and Nebulae. Proc. Manch. soc. 46, 1, Vol. 2, 1899.
H. F. Newall. On the Velocity of α Persei. Month. Not. 62, 2, 124—125, 1901.
H. C. Vogel. The spectroscopic binary Mizar. Astrophys. Journ. 13, 5, 324—328, 1901.
Spectroskopischer Doppelstern Mizar. Himmel und Erde 14, 1, 43—44, 1901.
K. Bohlin. Ueber den Lichtwechsel von *U* Cephei. Astr. Nachr. 157, 18, 293—296, 1902.
J. G. Hagen. Ueber die Periode des Veränderlichen *S* Persei. Astr. Nachr. 157, 18, 303—306, 1902.
A. Belopolski. Recherche sur les vitesses radiales de l'Étoile variable „δ Cephei" (En Russe). (St. Pétersbourg, Bull. Acad.) 1901. 4. 16 p. av. 1 planche.
E. C. Pickering. Nova (3, 1901) Persei. Astr. Nachr. 157, 233, 1902.
W. H. Pickering. Nova Persei. Astrophys. Journ. 13, 277.
H. Seeliger. Bemerkung über den neuen Stern im Perseus. Astr. Nachr. 157, 14—15, 255—258, 1902.
E. C. Pickering. Position of Nova (3, 1901) Persei. Astr. Nachr. 157, 153, 1902.
W. E. Wilson. The Distance of Nova Persei. Nature 65, 1679, 198, 1902.
K. Bohlin. Helligkeitsbeobachtungen der Nova Persei (Ch. 1226). Astr. Nachr. 157, 18, 295—300, 1902.
Michael Esch. Helligkeitsbeobachtungen der Nova Persei (Ch. 1226). Astr. Nachr. 157, 18, 299—304, 1902.
George C. Comstock and **Joel Stebbins.** Observations of the brightness of Nova Persei. Astrophys. Journ. 13, 5, 336—337, 1901.
W. Ceraski. Sur la Nova Persei (Ch. 1226). Astr. Nachr. 157, 10—11, 194, 1902.
Th. Epstein. Die Nova Persei (Ch. 1226) im Juni. Fortsetzung von Nr. 3735. Astr. Nachr. 157, 10—11, 190—192, 1902.
Walter Sidgreaves. The Spectrum of Nova Persei. Astrophys. Journ. 14, 5, 366—367, 1901.
Walter Sidgreaves. The Spectrum of Nova Persei on 1901, Aug. 27 and Sept. 5. Astr. Nachr. 157, 12, 197—202, 1902.
L. Libert. Le spectre et la lumière de la nouvelle étoile de Persée. La Nature 29, 1484—1487, 406, 1901.
W. Sidgreaves. The Spectrum of Nova Persei from 1901. February 28 to April 26. With Appendix on the Spectrum in September. Month. Not. 62, 2, 137—161, 1901.
H. C. Vogel. On the motion of α Persei in the line of sight. Astrophys. Journ. 13, 5. 320—323, 1901.
Dr. **F. Ristenpart.** Zur Frage der Eigenbewegung der Nova Persei. Astr. Nachr. 157, 19, 321—324, 1902.
J. G. Hagen. Ueber Ceraski's Begleiter der Nova Persei. Astr. Nachr. 157, 19, 321—322, 1902.
Sir **Norman Lockyer.** „Further Observations on Nova Persei Nr. 4." Proc. Roy. Soc. 69, 452, 133—137, 1901.
Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. 28, Part 2. Spectra of Bright Southern Stars Photographed with the 13 in Boyden Telescope, as a part of the Henry Draper Memorial and Discussed by Annie J. Cannon under the Direction of Edward C. Pickering.
C. D. Perrine. Motion in the Faint Nebula Surrounding Nova Persei. Astrophys. Journ. 14, 5, 359—362, 1901.
Karl Bohlin. Ueber den Nebel bei Nova Persei. Astr. Nachr. 157, 14—15, 257—258, 1902.

J. C. Kapteyn. Ueber die Bewegung der Nebel in der Umgebung von Nova Persei. Astr. Nachr. **157**, 12, 202—204, 1902.

1D. Die Sonne.

Ball. The Story of the Sun. Casell.

N. Ekholm. Ueber die Periodicität der Sonnenthätigkeit. Bih. Kongl. Svensk. Vet.-Akad. Handl. **26**, 1, 1—71, 1901.

Periode und Vertheilung der Sonnenthätigkeit. Himmel und Erde **14**, 1, 41—43, 1901.

A. L. Cortie. On Drift in Longitude of Groups of Faculae on the Sun's Surface. Astrophys. Journ. **14**, 5, 317—322, 1901.

Frank H. Bigelow. Die magnetische Theorie der Sonnencorona. Phys. ZS. **2**, 45, 647—648, 1901.

E. Walter Maunder. Total Eclipse of the Sun, 1901, May 18. Preliminary Account of the Observations made at the Royal Alfred Observatory, Pample mousses, Mauritius. Received October 24, — Read at Joint Meeting of the Royal Astronomical Societies, October 31, 1901. Proc. Roy. Soc. **69**, 454, 247—261, 1901.

(Mrs.) **A. S. D. Maunder.** Preliminary Note on Observations of the Total Solar Eclipse of 1901, May 18, made at Pamplemousses, Mauritius. Received October 23, — Read at Joint Meeting of the Royal and Royal Astronomical Societies. October 31, 1901. Proc. Roy. Soc. **69**, 454, 261—266, 1901.

H. F. Newall, M. A. Total Solar Eclipse of 1901, May 17 til 18. Preliminary report of the observations made at Ayer Karoe, Sawah Loento, Sumatra. Received October 30, — Read at Joint Meeting of the Royal and Royal Astronomical Societies, October 31, 1901. Proc. Roy. Soc. **69**, 454, 209—234, 1901.

F. W. Dyson, Total eclipse of the sun 1901, May 18. Preliminary Account of the Observations, made at Pulo Aver Gadany, West Coast of Sumatra. Received October 24, — Read at Joint Meeting of the Royal and Royal Astronomical Societies, October 31, 1901. Proc. Roy. Soc. **69**, 454, 235—247, 1901.

C. D. Perrine. Preliminary Report of Observations of the Total Solar Eclipse of 1901, May 17—18. Astrophys. Journ. **14**, 5, 349—359, 1901.

A. N. Skinner. Total Eclipse of the Sun, May 18, 1901. Popular Astr. **10**, 1—4, January 1902.

Wilhelm Foerster. Die totale Sonnenfinsterniss vom 17. Mai 1901. Mittheilungen d. Ver. v. Freunden d. Astron. und kosm. Physik **11**, 11, 129—131, 1901.

A. de la Baume-Pluvinel. Sur l'observation de l'éclipse annulaire de Soleil du 11 novembre 1901. C. R. (133) **26**, 1180—1185, 23. Dec. 1901.

David P. Todd. The Amherst Eclipse Expedition to Singkep, 1901. Astrophys. Journ. **14**, 5, 362—366, 1901.

J. Evershed. Wave-Length Determination and General Results obtained from a Detailed Examination of Spectra, photographed at the Solar Eclipse of January 22. 1898, Dulau.

L. A. Brauer. Results of International Magnetic Observations made during the Total Solar Eclipse of May 17—18, 1901. Nature **65**, 1681, 246—247, 1902.

Helligkeitsvertheilung im Sonnenspectrum. Himmel und Erde **14**, 1, 44—45, 1901.

W. H. Julius. Ueber die Doppellinien im Spectrum der Chromosphäre und ihre Erklärung aus der anomalen Dispersion des Photosphärenlichtes. Phys. ZS. **3**, 8, 154—158, 1901.

1E. Kometen.

E. C. Pickering. A Photographic Search for Periodic Comets. Astr. Nachr. **157**, 247, 1902.

Dr. A. Scheller. Untersuchung der Bahn des Kometen 1845 II. Astr. Nachr. 157, 19, 309—318, 1902.

Adolf Hnatek. Definitive Bahnbestimmung des Kometen 1898 V (Giacobini). Wien. Ber. 110, 4, 231—288, 1901.

A. A. Nijland. Beobachtungen des Kometen 1901 I. Astr. Nachr. 157, 19, 319—320, 1902.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Dr. K. Kostersitz. Meteorograph. Der Mechan. 10, 1, 1902.

W. F. Denning. The Observed Motion and Duration of the Radiant Point of the Perseids. Month. Not. 62, 2, 161—169, 1901.

Fr. Krüger. Beobachtung der Perseiden 1901. Astron. Nachr. 157, 17, 281—284. 1902.

Beobachtung der Perseiden 1901 an der Sternwarte des Hydrographischen Amtes der k. u. k. Kriegsmarine in Pola. Astron. Nachr. 157, 17, 277—280, 1902.

S. Scharbe. Höhenbestimmungen der Perseiden. Astron. Nachr. 157, 17, 283—286, 1902.

John R. Henry. The Quadrantid Meteors. Nature 65, 1679, 198—199, 1902.

John R. Henry. The Quadrantid Meteors 1902. Nature 65, 1682, 272, 1902.

F. W. Henkel. The Leonids, 1901. Month. Not. 62, 2, 176—177, 1901.

S. J. Johnson. Apparent Paucity of the Leonid Stream. Month. Not. 62, 2, 176, 1901.

Observation of the Leonid Meteors of 1901, made at the Royal Observatory, Greenwich. Month. Not. 62, 2, 171, 1901.

The Leonids in 1901. Sill. Journ. 13, 73, 79—80, 1902.

W. F. Denning. Note on a Large Fireball. Month. Not. 62, 2, 170, 1901.

Prof. **G. v. Niessl** (Brünn). Bahnbestimmung des grossen Meteors vom 11. März 1900. Wien. Ber. 60, 1—3, 16—49, 1901.

Henry A. Ward. The Veramin Meteorite. Sill. Journ. 12, 72, 453—459, 1901.

E. van den Broeck. Présentation d'un fragment de la météorite de Lesve reste non décrit ni figuré. Bull. soc. belg. de Géol. 12, 1898, 126—133, 1901.

George P. Merrill. On a stony meteorite which fell near Felix, Terry County, Alabama, May 15, 1900. Proc. U. S. Nat. Museum 24, 193—198 mit 2 T., 1901.

1 G. Zodiakallicht.

M. Wolf. Ueber die Bestimmung der Lage des Zodiakallichtes und den Gegenschein. Münch. Sitzber. 1900. gr. 8. 11 S. Mit 1 Tafel und 2 Holzschnitten.

H. Seeliger. Ueber kosmische Staubmassen und das Zodiakallicht. Münch. Sitzber. 3, 265—293, 1901.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

E. Wilk. Grundbegriffe der Meteorologie. 3. Auflage. Leipzig 1902. 8°. 58 S. mit 5 Karten und 8 Holzschnitten.

K. H. L. Magnus. Merkbuch für Wetterbeobachter. Hannover. C. Meyer.

M. E. Renou. Résumé d'un manuscrit de Bertrand sur l'état du ciel à Paris de 1698 à 1716. Ann. soc. mét. de France 49, 299—301, Décembre 1901.

R. de C. Ward. Weather and Tetanus. Science 15, 368, 111—112, 1902.

R. de C. Ward. Some Economic Aspects of the Heat and Drought of July 1901, in the United States. Bull. Amer. Geogr. Soc. for October 1901.

J. M. Pernter. Geschichte der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien. Denkschr. der Wiener Akad. **73**, 1—30, 1901.

P. Polis. Die Wind- und Gewitterverhältnisse von Aachen. Karlsruhe 1901.

J. Hann. Die Meteorologie von Wien nach den Beobachtungen an der k. k. meteorologischen Centralanstalt 1850—1900. Denkschr. der Wiener Akad. **73**, 1—62, 1901.

A. Müttrich. Beobachtungsergebnisse der von den forstlichen Versuchsanstalten von Preussen, Braunschweig, der Reichslande und dem Landesdirectorium der Provinz Hannover eingerichteten forstlich-meteorologischen Stationen. Berlin. gr. 8. **28**, 1902 (12 Nr.).

E. Lampe. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen der Station 2. Ordnung Wiesbaden im Jahre 1900. Wiesbaden (Jahrb. Ver. Naturk.) 1901. gr. 8⁰. 51 S.

Bulletin météorologique de l'Observatoire Royal de Bruxelles. Bruxelles. folio. Année 1902. (12 nos.)

Annalen der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt 1899. „Der schweizer-meteorolog. Beobachtgn." 36. Jahrg. (**10**, 206, 10, 77, 72. 9, 3, 39 und 3 S. mit 18 Taf.) gr. 4⁰. Zürich, Fäsi und Beer, 1902.

M. E. Renou. Résumé des observations météorologiques faites au Parc Saint-Maur en octobre 1901. Ann. soc. mét. de France **49**, 306—307, en novembre, 307—308, 1901.

Résumé mensuel des observations effectuées par les membres et correspondants de la Société Météorologique de France. Juin 1901. Ann. soc. mét. de France **49**, 310, Décembre 1901.

R. Gautier. Meteorologische Beobachtungen, angestellt an den Fortificationen von Saint Maurice im Jahre 1898. Met. ZS. **18**, 12, 581—582, 1901.

R. Gautier. Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1900 (Suite et fin). Arch. sc. phys. **12**, 12, 587—601, 1901.

Bulletin mensuel du Bureau Central Météorologique de Paris, publié par E. Mascart. Paris 4. Année 1902. (12 nos.)

Compte rendu des observations faites à Bar-le-Duc et sur différents points du département pendant l'année météorologique 1900 (1er décembre 1899 — 30. novembre 1900), publié sous les auspices du conseil général. Bar-le-Duc 1901.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences. Stockholm 1901. C. R. **133**, 27, 1317, 1901.

H. Hildebrand Hildebrandsson. Bulletin mensuel de l'Observatoire Météorologique de l'Université d'Upsal. Upsal. gr. in-4⁰. Volume 34. Année 1902. (12 nos.)

E. Leyst, Directeur. Observations faites à l'Observatoire Météorologique de l'Université de Moscou. Moscou. 8⁰. Année 1902. (12 nos.)

J. Hann. Resultate der meteorologischen Beobachtungen auf dem Ben-Nevis 1896 bis 1899, Met. ZS. **18**, 12, 584—587, 1901.

Rotch. Blue Hill Observatory. Ann. of the Harvard Observatory, September 1901, 9—10.

J. H. Meteorologische Beobachtungen zu Quito. Met. ZS. **18**, 12, 579—580, 1901.

Boletin mensual del Observatorio Meteorologico Central de Mexico. Mexico. gr. in-4. av. planches et tableaux. Année 1902. (12 nos.)

Bulletin mensuel de l'Observatoire Magnétique et Météorologique de Zi-Ka-Wei, près Chang-Hai (Chine). Zi-Ka-Wei. 4⁰. **18**. Année 1902. (2 nos.)

Weather Review of India, June 1901. Publication of the Indian Government.

Meteorological observations made at the Adelaïde observatory, and other places in South Australia and the northern territory, during the year 1898, under the direction of Charles Todd. Adelaïde 1901.

Sir **Charles Todd**, Meteorological Observations in South Australia for 1898. Nature **65**, 1682, 280, 1902.
Santos Domont's Versuche und Erfolge mit einem Luftschiff. Prometheus **13**, 641, 262—267, 1902.
Deburaux. Sur un projet de traversée du Sahara par ballon non monté. C. R. (133) **26**, 1265, 23. Déc. 1901.
Prof. Dr. **Hergesell.** Vorläufiger Bericht über die internationale Ballonfahrt am 13. Juni 1901. Met. ZS. **18**, 12, 571—572, 1901.
Prof. Dr. **Hergesell.** Drachenaufstiege auf einer Bergstation. Met. ZS. **18**, 12, 572—573, 1901.
W. N. Shaw. Scientific Ballooning. Nature **65**, 1680, 224—226, 1902.
A. Lawrence Rotch. The Measurement of Wind at Sea. Science **15**, 367, 72—73, 1902.
A. Lawrence Rotch. Kites and Wireless Telegraphy. Nature **65**, 1679, 198, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

M. W. Travers. On the properties of Argon and its Companions. Sill. Journ. **11**, 62, 166—168, 1901. Proc. Roy. Soc. **439**.
Lord **Rayleigh.** On the Visibility of Hydrogen in Air. Sill. Journ. **11**, 62, 165, 1901. Phil. Mag. January 1901, 100—105.
K. Angström. Einige Bemerkuugen zur Absorption der Erdstrahlung durch die atmosphärische Kohlensäure. Öf. Svensk. Vet. Ak. Förh. **58**, 381 —389, 1901.
Der Staubfall vom 10. und 11. März 1901 und dessen Eisengehalt. Prometheus **13**, 640, 251—252, 1902.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

Alex. B. MacDowall. Die Sommer in Wien. Met. ZS. **18**, 12, 589, 1901.
J. Hann. Fünfzigjährige gleichzeitige Temperaturmittel und Extreme von Paris und Wien (1851—1900). Met. ZS. **18**, 12, 583—584, 1901.
St. Kostlivý. Der tägliche Temperaturgang von Wien (Hohe Warte) für die Gesammtheit aller Tage, sowie an heiteren und trüben Tagen. Denkschr. der Wiener Akad. **73**, 231—265, 1901.
J. Valentin. Reduction der Temperaturbeobachtungen auf wahre Tagesmittel. Denkschr. der Wiener Akad. **73**, 133—229, 1901.
W. Trabert. Isothermen von Oesterreich. Denkschr. der Wiener Akad. **73**, 347—463, 1901.
C. Bührer und **H. Dufour.** Aktinometer-Beobachtungen. Met. ZS. **18**, 12, 582, 1901.

2 D. Luftdruck.

A. v. Obermayer. Die Veränderlichkeit der täglichen Barometeroscillation auf dem hohen Sonnenblicke im Laufe des Jahres. Wien. Ber. **110**, 4, 289—333, 1901.

2 E. Winde und Stürme.

E. Mazelle. Einfluss der Bora auf die tägliche Periode einiger meteorologischer Elemente. Denkschr. der Wiener Akad. **73**, 67—100, 1901.
R. Klein. Ueber den täglichen Gang der meteorologischen Elemente bei Nordföhn. Denkschr. der Wiener Akad. **73**, 101—113, 1901.
Capitaine **Lalune.** Note sur le cyclone du 7 août 1899 à la Guadeloupe. Ann. soc. mét. de France **49**, 301—306, Décembre 1901.
Dr. **Paul Bergholz.** The hurricanes of the Far East. English translation revised by Dr. Rob. H. Scott. Bremen, M. Nössler, 1902.

2 F. Wasserdampf.

V. Conrad. Ueber den Wassergehalt der Wolken. Denkschr. der Wiener Akad. 73, 115—131, 1901.

Ch. Ritter. Sur la structure des nuages et la constitution de l'atmosphère.

Ch. Ritter. Le nuage et son rôle dans la formation de la pluie. Gauthier-Villars.

Ch. Ritter. Particules aqueuses non congelées qui constituent les nuages et les vapeurs dites vésiculaires.

2 G. Niederschläge.

H. H. Clayton. The Influence of Rainfall on Commerce and Politics. Popular Science Monthly for December 1901.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indië 1900. Batavia 1901. C. R. 133, 27, 1317, 1901.

Regenfall am Victoria Nyanza. Met. ZS. 18, 12, 591, 1901.

Wilson A. Bentley. The Story of the Snow Crystals. Harper's Month. Mag. for December 1901.

W. A. Bentley. Photographs of Snow Crystals. Nature 65, 1680, 234—236, 1902.

Dr. **J. Westmann.** Einige Beobachtungen über das Schwinden einer Schneedecke. Met. ZS. 18, 12, 567—570, 1901.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

F. Exner. Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität. VII. Ueber die tägliche Periode der Luftelektricität. Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 110, 1—4, 371—387, 1901.

J. Elster. Luftelektrische Messungen auf Capri und Spitzbergen. 73. Naturf. Ges. Hamburg 1901; Phys. ZS. 3, 194, 1902.

Paul Czermak. Ueber Elektricitätszerstreuung bei Föhn. Phys. ZS. 3, 185—187, 1902.

Birkeland. Courants électriques dans l'atmosphère polaire et aurores boréales. Arch. sc. phys. et nat. Genève (4) 12, 11, 478—480, 1901.

G. Rachmanow. Beobachtungen über die Elektricitätszerstreuung an der steilen Südküste der Krim. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity 6, 3, 121—123, 1901.

H. Ebert. Vertheilung der elektrischen Ionen in den höheren Schichten der Atmosphäre. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity 6, 3, 97—119, 1901.

Hermann Ebert. Sur les ions libres de l'air atmosphérique. Arch. sc. phys. 12, 97, 1901.

C. T. R. Wilson. Ueber die Ionisation der atmosphärischen Luft. Proc. Roy. Soc. London 68, 151—161. Arch. sc. phys. 12, 166, 1901.

B. Walter (Hamburg). Ein photographischer Apparat zur genaueren Analyse des Blitzes. Phys. ZS. 3, 8, 168—172, 1902.

Theod. Finmann. Blitzaufnahme 11 : 15. Met. ZS. 18, 12, 577, 1901.

Eugen Alt (München). Kugelblitze. Met. ZS. 18, 12, 573—576, 1901.

Edward C. Pickering. Spectrum of Lightning. Astrophys. Journ. 14, 5, 367—369, 1901.

E. C. Pickering. Spectrum of Lightning. (Harvard College Observatory Circular Nr. 62.) Astron. Nachr. 157, 12, 208—210, 1902.

F. Neesen. Zur Blitzableiterfrage. Vortrag a. d. 73. Naturf. Vers. Hamburg 1901. Phys. ZS. 3, 136—137, 1902.

Dr. **G. Lachmann,** Berlin. Hat das Schiessen mit Geschützen Einfluss auf Gewitter und Hagelbildung? Met. ZS. 18, 12, 559—566, 1901.

2 J. Meteorologische Optik.

F. W. Very. Ueber atmosphärische Strahlung. Beibl. **26**, 1, 56—58, 1901.
J. M. Pernter. Untersuchungen über die Polarisation des Lichtes in trüben Medien und des Himmelslichtes mit Rücksicht auf die Erklärung der blauen Farbe des Himmels. Denkschr. d. Wien. Akad. **73**, 301—328, 1901.
Dr. **Chr. Jensen** (Hamburg). Kurzer Ueberblick über die Thatsachen und Theorien auf dem Gebiete der atmosphärischen Polarisation. Met. ZS. **18**, 12, 545—558, 1901.
Bernard Brunhes. Observation de couronnes antisolaires au Puy de Dôme. C. R. (133) **26**, 1204—1207, 23. Déc. 1901.
Lerebours. Colonnes lumineuses observées en octobre 1901. Ann. soc. mét. de France **49**, 308—309, Déc. 1901.
W. H. Pickering. The Green Flash of Sunset. Month. Not. **61**, 9, 629.
Karl Exner. Zur Genesis der richtigen Erklärung der Scintillationserscheinungen. Wien. Ber. **60**, 1—3, 73—121, 1901.
Thomas Fuller. An Unusual Rainbow. Nature **65**, 1682, 273, 1902.
J. E. Clark. Day Darkness in the City. Symon's Met. Mag. Januar 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

Alois Indra. Studien über die Wirbelbewegungen. Wien. Ber. **110**, 4, 335—357, 1901.
M. Margules. Ueber den Arbeitswerth einer Luftdruckvertheilung und über die Erhaltung der Druckunterschiede. Denkschr. d. Wien. Akad. **73**, 329—345, 1901.
P. Czermak. Experimente zum Föhn. Denkschr. d. Wien. Akad. **73**, 63—66, 1901.

2 M. Praktische Meteorologie.

J. van Halen. Was muss man von der Wetterkunde (Meteorologie) wissen? Berlin, H. Steinitz.
Luigi Bombicci. Il lavoro grandinigeno e la insufficenza dei vorticelli (anelli aerei accompagnanti gli spari): conferenza tenuta al congresso di Padova la sera del 26 novembre 1900. Padova 1901.

2 N. Kosmische Meteorologie.

Alex. B. MacDowall. Einfluss des Mondes auf die Temperatur. Met. ZS. **18**, 12, 587—588, 1901.
Alex. B. MacDowall. Die Sonnenfleckenperiode und der Charakter der Winter in Wien. Met. ZS. **18**, 12, 588, 1901.

2 O. Meteorologische Apparate.

L. Fascianelli. Catalogo degli strumenti sismici e meteorologici più recente adottati dagli osservatorii del regno. Rom 1900. Wien. Ber. **60**, 1—3, 4, 1901.
L. Marchis. Die dauernden Aenderungen des Glases und die Verschiebung des Nullpunktes bei Thermometern. II. Beitrag zur Untersuchung der Härtung und des Anlassens des Glases. ZS. phys. Chem. **37**, 553—604.
Dr. **H. F. Wiebe.** Ueber die Correction für die Scalenausdehnung bei Einschlussthermometern. ZS. f. Instrk. **21**, 12, 350—356, 1901.
L. Marchis. Ueber die Präcisionsthermometrie. ZS. phys. Chem. **37**, 605—612.
H. Becquerel. Sur une modification dans l'emploi du thermomètre électrique pour la détermination des températures souterraines au Muséum d'Histoire naturelle. C. R. **133**, 18—21, 800—803, 1901.

G. Guglielmo. Intorno ad un metodo per determinare o per eliminare la costante psicrometrica, e ad un psicrometro assoluto con tre termometri. Atti R. Acad. dei Lincei **10**, 9, 193—202, 1901.

J. Pircher. Ueber die Haarhygrometer. Denkschr. d. Wien. Akad. **73**, 267—300, 1901.

2P. Klimatologie.

Wilhelm von Bezold. Ueber klimatologische Mittelwerthe für ganze Breitenkreise. Berl. Ber. 1901, 1330—1343.

F. W. Harmer. Influence of Winds upon Climate during the Pleistocene Epoch. Quart. Journ. Geol. Soc., 405—476, 1901 with 21 maps.

3. Geophysik.

3A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

C. Doelter. Die Dichte des flüssigen und des festen Magmas. N. Jahrb. f. Min. **2**, 3, 141, 1901.

3B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

Jahresbericht des Directors des Königlichen Geodätischen Instituts für die Zeit von April 1900 bis April 1901. Potsdam 1901. C. R. **133**, 27, 1315, 1901.

Die astronomisch-geodätischen Arbeiten des k. k. Militärgeographischen Instituts in Wien. Publication für die internationale Erdmessung. **17**. Wien, 1901. gr. 4⁰. 10 u. 206 S. Inhalt: Astronomische Arbeiten, 6. Polhöhen und Azimuthmessungen auf den Stationen Bernstein, Brno. Cebon etc.

K. Koss. Kimmtiefen-Beobachtungen. (II. Expedition Sr. M. Schiff „Pola" in das Rothe Meer und östliche Mittelmeer.) Denkschr. d. Wien Akad. **69**, 1—26, 1900.

F. R. Helmert. Zur Bestimmung kleiner Flächenstücke des Geoids aus Lothabweichungen mit Rücksicht auf Lothkrümmungen. Berl. Ber., 1901, 958—975.

A. Triulzi. Relative Schwerebestimmungen. (II. Expedition Sr. M. Schiff „Pola" in das Rothe Meer und östliche Mittelmeer. Denkschr. d. Wien. Akad. **69**, 143—220, 1900.

E. Hammer. Der Hammer-Fennel'sche Tachymetertheodolit zur unmittelbaren Lattenablesung von Horizontaldistanz und Höhenunterschied. ZS. f. Instrk. **22**, 21—26, 1902.

L. V. Bäcklund. Ett Bidrag till Teorien för Polens Rörelse. Med 2 Taflor. Meddeladt den 12 Juni 1901, Stockholm. Bihang tell K. Svenska Vet. Akad. Handlingar **27**, 1, Nr. 1.

Dr. **R. Spitaler.** Die periodischen Luftmassenverschiedenheiten und ihr Einfluss auf die Lagenänderungen der Erdaxe (Breitenschwankungen). Gotha, Justus Perthes, 1901.

Ergebnisse der Triangulation der Schweiz. Hrsg. durch das eidgen. topogr. Bureau, Kanton Uri, 1901. Bern, 1901, Schmid u. Francke.

K. Koss. Zeit- und Ortsbestimmungen. (II. Expedition Sr. M. Schiff „Pola" in das Rothe Meer und östliche Mittelmeer.) Denkschr. d. Wien. Akad. **69**, 27—142, 1900.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

Dr. **Otto Schlüter**, Berlin. Die erloschenen Vulcane und die Karstlandschaften im Innern Frankreichs (Schluss). Himmel u. Erde 14, 4, 178—187, 1902.

V. Sabatini. I Vulcani dell' Italia Centrale. Parte I, Vulcano Laziale. 10 of Memorie descrittive della Carta Geologica Italiana. Rome, 1900, 392, pl. 11.

G. de Lorenzo. Considerazioni sull' Origine Superficiale dei Vulcani. Rend. di Napoli 7, 12, 346, 1901.

E. van den Broeck. Quelques détails sur le phénomène naturel ayant faire croire, dans la région de Gap, à l'éruption d'un vulcan. Bull. soc. belge de Géol. 15, 424—431, 1901.

8 F. Erdbeben.

J. Milne. What are Seismometers Indicating? Nature 65, 1679, 202—203, 1902.

M. H. Schardt. Oscillations du sol produites à La Chaux-de-Fonds par un moteur à gaz. Arch. sc. phys. 106, 6, 607—608, 1901.

Eine kaiserliche Hauptstation für Erdbebenforschung in Strassburg. Himmel u. Erde 14, 1, 37—41, 1901.

J. N. Woldřich. Mittheilungen der Erdbebencommission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge Nr. 6. Das Nordostböhmische Erdbeben vom 10. Jänner 1901. Mit 1 Textfigur u. 2 Karten. Wien, 1901. Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien.

F. de Montessus de Ballore. Les tremblements de terre de plissement dans l'Erzgebirge. C. R. 134, 96—98, 1902.

Mario Baratta. Sulle arce sismiche italiane. Voghera, 1901.

G. Davison. On the british earthquakes of 1900. Geol. Mag. 1901, 358—362.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Henry Wilde. Untersuchungen über den Magnetismus der Erde. Von C. Hansteen. Theil I, 1819. Proc. Manch. soc. 46, 1.

B. Weinstein. Die Erdströme im deutschen Reichstelegraphengebiet und ihr Zusammenhang mit den erdmagnetischen Erscheinungen. Met. ZS. 18, 12, 589—591, 1901.

Dr. **B. Weinstein** (Berlin). Die Erde als Elektromagnet. Himmel u. Erde 14, 4, 145—169, 1902.

V. Raulin. Sur les variations séculaires du magnétisme terrestre. C. R. 133, 18—21, 760, 1901.

L. A. Bauer. Summary of Results of recent comparisons of Magnetic Instruments. (Cincinnati, Terr. Magnet. 1901) roy 8, 11 pg.

K. Rössler. Magnetische Beobachtungen. (II. Expedition Sr. M. Schiff „Pola" in das Rothe Meer und östliche Mittelmeer.) Denkschr. d. Wien. Akad. 69, 221—254, 1900.

Th. Moureaux. Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1902. C. R. 134, 41—42, 1902.

Internationale magnetische Beobachtungen während der Zeit der Südpolarforschung 1902 bis 1903. Terrestrial Magnetism. 6, 49—58, 1901. Naturw. Rundsch. 17, 4, 51, 1902.

L. A. Bauer. Resumé of Magnetic Observations made chiefly by the United States Coast and Geodetic Survey on the day of the Total Solar Eclipse May 28, 1900. With an Appeal for International Co-operation in Magnetic and allied Observation during the Total Solar Eclipse May 17, 1901. (Cincinnati, Terr. Magnet. 1900) roy. 8, 24 pg. with illustrations and 3 plates.

Magnetic Observations during Total Solar Eclipse. Terr. Magnet. and Atmospher. Electr. 6, 123—143. Nature 65, 1679, 210, 1902.

L. A. Bauer and **D. L. Hazard.** The physical decomposition of the Earth's Permanent Magnetic Field. 2 parts. (Baltimore, Terr. Magnet., 1900 bis 1901) roy. 8, 20 pg.

Svante Arrhenius. Ueber die Ursache der Nordlichter. Astrophys. Journ 13, 5, 344—347, 1901.

H. Stassano. De l'influence des basses pressions barométriques sur la fréquence des aurores polaires. C. R. 134, 93—95, 1902.

Kr. Birkeland. Résultats des Recherches Magnétiques faites par l'Expédition Norvégienne de 1899 bis 1900 pour l'Étude des Aurores Boréales. Arch. sc. phys. 12, 12, 565—586, 1901.

The North Atlantic and Mediterranean pilot chart for January. Nature 65, 1678, 179—181.

3 H. Niveauveränderungen.

3 J. Orographie und Höhenmessungen.

C. Hiekisch. Catalogue des sommes hypsométriques de la Russie d'Asie et en partie des pays limitrophes (d'après les matériaux, publiés avant le 1 janvier 1895). Mem. soc. imp. russe de Géogr. (Sapiski) 31, 2, St. Pétersbourg, 1901. gr. in-8°.

3 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

3 L. Küsten und Inseln.

3 M. Oceanographie und oceanische Physik.

O. Krümmel. Der Ozean. 1902.

Veröffentlichungen des hydrographischen Amtes der k. u. k. Kriegs-Marine in Pola. Nr. 12. Wien, Gerold u. Co.

J. Luksch. Untersuchungen über die Transparenz und Farbe des Seewassers. (II. Expedition Sr. M. Schiff „Pola" in das Rothe Meer und östliche Mittelmeer.) Denkschr. d. Wien. Akad. 69, 399—486, 1900.

J. Luksch. Physikalische Untersuchungen. (II. Expedition Sr. M. Schiff „Pola" in das Rothe Meer und das östliche Mittelmeer.) Denkschr. d. Wien. Akad. 69, 337—398, 1900.

K. Natterer. Chemische Untersuchung von Wasser- und Grundproben. (II. Expedition Sr. M. Schiff „Pola" in das Rothe Meer und östliche Mittelmeer.) Denkschr. d. Wien. Akad. 69, 297—310, 1900.

A. W. Duff. Secundäre Schwankungen der Fluthmesser-Aufzeichnungen. Amer. Journ. of Science (4) 12, 123—139, 1901. Naturw. Rundsch. 17, 3, 1902.

3 N. Stehende und fliessende Gewässer.

A. Voller. Das Grundwasser in Hamburg. Mit Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit, der Niederschlagsmessungen und der Flusswasserstände, der Luft- und Wassertemperaturen, sowie der Bodenbeschaffenheit dargestellt. Heft 8: Beobachtungen a. d. J. 1900, Hamburg. (Jahrb. wiss. Anst.), 1901. gr. 4°. 6 pg. m. 5 Tafeln. Heft 1—8 (1888—1899), 1893—1900, 65 pg. m. 35 Tafeln u. 1 Karte.

E. Fournier. Sur la structure des réseaux hydrographiques souterrains dans les régions calcaires. C. R. 134, 129—132, 1902.

J. Cocchi. Sur l'origine de l'acide carbonique dans les eaux et de la température des sources. Liège, 1898. Atti R. Acad. dei Lincei 10, 9, 218, 1901.

Alexander v. Kalecsinsky. Ueber die ungarischen warmen und heissen Kochsalzseen als natürliche Wärmeaccumulatoren sowie über die Herstellung von warmen Salzseen und Wärmeaccumulatoren. Budapest, 1901. C. R. 133, 27, 1315, 1901.

Erforschung des Teletzkojesees im Altai durch **Ignatow**. Russkija Wjedomosti 26. November 1901. Globus **81**, 2, 34.
Unterirdische Seen nördlich der grossen australischen Bucht. Scott. Geogr. Mag. 1901, 605. Globus **81**, 2, 36.
F. A. Forel. Etude thermique des lacs du Nord de l'Europe. Arch. sc. phys. **12**, 35, 1901.
R. Siedeck. Studie über eine neue Formel zur Ermittelung der Geschwindigkeit des Wassers in Flüssen und Strömen. Wien (ZS. Oest. Ing.-Ver.) 1901. gr. 8°. 58 pg.
A. P. Davis. Hydrography of Nicaragua. Unit. St. Geol. Surv. 20. Ann. Rep. 1898 bis 1899. Part. 4, 563—638. Washington, 1900.

30. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Eisleithen bei Frain (Mähren). Prometheus **13**, 638, 224, 1902.
Ottokar Leneček. Eislöcher am Eisberge beim Orte Kamaik, unweit Leitmeritz in Böhmen. Prometheus **13**, 638, 224, 1902.
N. N., Mülhausen i. Els. Eisbildung in den Lavaströmen der Auvergne. Prometheus **13**, 639, 240, 1902.
Dr. **Finsterwalder** et **E. Muret.** Les variations périodiques des glaciers, 6me rapport, 1900, rédigé au nom de la Commission internationale des glaciers. Arch. sc. phys. **12**, 56, 1901.
F. A. Forel. The Periodic Variations of Glaciers. Sill. Journ. **11**, 62, 168—171, 1901.
H. Hess. Zusammenhang zwischen Schichtung und Bänderung der Gletscher. Neues Jahrb. f. Min. **1**, 1902. Globus **81**, 4, 68, 1902.
S. Finsterwalder and **E. Muret.** The Glaciers of Switzerland in 1900. Sixth An. Rep. of the International Commission of Glaciers. Bibl. Univ. **12**, 1901.
G. Dainelli. Stato attuale dei ghiacciai del Monte Rosa. Rend. Lincei (5) **11**, 24—30, 1902.
B. Aeberhardt. Etude critique sur la théorie de la phase de récurrence des glaciers jurassiens. Inaug. Diss. Bern, 1901. 119 S. 8°. 1 geol. K.
Dr. **L. Rollier.** Sur l'existence d'anciens lacs glaciaires dans le Jura. Arch. sc. phys. **12**, 409, 1901.
Ernst Fischer. Eiszeittheorie. Heidelberg, 1902. C. Winter.
Dr. **Gottfried Müller.** Die Möglichkeit der Spuren einer Glacialperiode der Dyaszeit in Deutschland. ZS. f. praktische Geologie 1901, 385—387. Prometheus **13**, 640, 255, 1902.
Max Hildebrandt. Untersuchungen über die Eiszeiten der Erde, ihre Dauer und ihre Ursachen. Berlin, 1901. L. A. Kuntze.
Br. Moebus. Beiträge zur Kenntniss des diluvialen Ogliogletschers. Inaug. Diss. Bern, 1901.
Wahnschaffe. Bemerkungen zu den von **E. Althaus** beschriebenen muthmasslichen Endmoränen eines Gletschers vom Rehhorn-Gebirge und Kolbenkamme bei Liebau i. Schl. ZS. d. deutsch. geol. Ges. 1901, 32—34.
Dr. **Friedrich Katzer.** Die ehemalige Vergletscherung der Vratnica planina in Bosnien. Globus **81**, 3, 37—39.
John Briquet. Note sur la glaciation quaternaire des hauts sommets de la Corse. Arch. sc. phys. **106**, 6, 587—595, 1901.
A. Penck und **E. Brückner.** Die Alpen im Eiszeitalter. (In ca. 6 Lieferungen.) Leipzig, 1901. gr. 8° mit Tafeln (2 colorirt) und Abbildungen. Lieferung 1: S. 1—112 mit 5 Tafeln (1 colorirt).
A. Böhm von Böhmerstein. Geschichte der Moränenkunde. Abhandl. d. geogr. Ges. Wien **3**, Nr. 4, 334 S., 4 Tafeln, 1901.
Henry Arctowski. Glaciation in Tierra del Fuego and in the Antarctic. Geogr. Journ. **18**, 353, 1901.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902
Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss
redigirt von
Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **28. Februar 1902.** **Nr. 4.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 4 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 3. bis 16. Februar 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

Frederico Kohlrausch. Pequeno guia de physica pratica (Traducção auctorizada de H. Teixeira Bastos). XV u. 264 S., Coimbra, F. França Amado, 1902.

Johann Kleiber. Lehrbuch der Physik für humanistische Gymnasien. VIII und 270 S. München, R. Oldenbourg, 1901.

Johann Kleiber. Lehrbuch der Physik zum Gebrauch an realistischen Mittelschulen. 2. Aufl. VIII und 381 S. München, R. Oldenbourg (ohne Jahreszahl).

W. H. Perkin, B. Lean. Introduction to Chemistry and Physics. 2 vols. New ed. 456 S. London, Macmillan, 1902.

W. Weiler. Physikbuch. 1. Magnetismus und Elektricität. X und 290 S. Esslingen, J. F. Schreiber.

B. Weinberg und **J. Totschidlowski.** Kurzes Handbuch der praktischen Physik (russ.). 361 S. Odessa, 1901.

B. Weinberg und **J. Totschidlowski.** Handbuch der praktischen Physik (russ.). 550 S. Odessa, 1901.

E. B. Wilson. Vector Analysis. A text-book for the use of students of Mathematics and Physics founded upon the lectures of J. W. Gibbs. XVIII u. 436 S. New York, Ch. Scribner's Sons; London, E. Arnold, 1901.

F. Poske. Gedächtnissrede auf Bernhard Schwalbe. Nebst einem Bildniss Schwalbe's und einem Verzeichniss seiner Veröffentlichungen. Berlin, Springer, 1901.

E. L. N. Rudolph Koenig. Phys. Rev. 14, 62—63, 1902.

Wl. Gortsyński. W. sprawie jednostek elektrycznych i magnetycznych. Wiadomości Matematyczne 5, 274—279, 1901.

A. Scheye. Ueber das Princip der Stetigkeit in der mathematischen Behandlung der Naturerscheinungen. Ann. d. Naturphil. 1, 20—50, 1902.

D. A. Murray. Atoms and Energies. 202 S. London, Gay and Bird, 1901.

E. Mach. Die Aehnlichkeit und die Analogie als Leitmotiv der Forschung. Ann. d. Naturphil. 1, 5—15, 1902.

P. Volkmann. Ueber die Fragen der Existenz, Eindeutigkeit und Vieldeutigkeit der Probleme und ihre mannigfaltige Bedeutung und Rolle für naturwissenschaftliche Auffassung und Erkenntniss. Ann. d. Naturphil. 1, 105—133, 1902.

L. Natanson. Ein Ueberblick über die Erscheinungsarten im materiellen Weltall. Ann. d. Naturphil. 1, 133—148, 1902.

1b. Maass und Messen.

René Benoit et **Ch. Ed. Guillaume.** Mètres à bouts. S.-A. Trav. et Mém. du Bureau intern. des Poids et Mes. 12, 1901.

Wl. Bortkiewicz. V stopniu dokladności spolczynnike rozbieznosci. (Sur le degré de précision du coefficient de divergence). Wiadomości Matematyczne 5, 150—157, 1901.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

E. Spatschinski. Das physikalische Cabinet. Westnik opit. fisi 1901, 25—35, 145—154 (russ.).

W. Obolenski. Einige Vorlesungsversuche aus der Wärmelehre. Westnik opit. fisi 1901, 136—140 (russ.).

A. W. C. Menzies. On the Sensitiveness of a Thermoregulator. Chem. Soc. 16. Juni 1902. Chem. News 88, 68, 1902.

K. Zepf. Demonstrationsapparat zur Einführung in die Grundlehren vom elektrischen Strom. Prospect, 28 S. Freiburg i. Br., 1900.

Purrmann. Bunsenbrenner mit stellbarer Pistonöffnung. Chem.-Ztg. 26, 11, 1902.

2. Dichte.

3. Physikalische Chemie.

Charles Baskerville. New Element associated with Thorium. Journ. Amer. Chem. Soc. 23, 761—774, 1901. [Journ. Chem. Soc. 82, 85, 1902.

Ch. Lagrange. Sur la prétendue indétermination des réactions dans les équations d'équilibre des corps indéformables. Ac. Roy. de Belgique 1901, 535—549.

C. T. Heycock and **F. H. Neville.** On the Constitution of Copper-Tin Alloys. Proc. Roy. Soc. 69, 320—329, 1901.

Otto Sackur. Zur physikalischen Chemie der Schwefelsäure. ZS. f. Elektrochem. 8, 77—82, 1902.

Rudolf Schenk. Ueber den rothen Phosphor. Chem. Ber. 35, 351—358. 1902.

De Forcrand et **Fonzes-Diacon.** Sur quelques propriétés physiques de l'hydrogène sélénié. C. R. 134, 171—173, 1902.

W. R. Whitney und **J. E. Ober.** Ueber die Ausfällung der Colloide durch Elektrolyte. ZS. f. phys. Chem. 39, 630—634, 1902.

Ph. A. Guye et **Ed. Mallet.** Constantes critiques et complexité moléculaire de quelques composés organiques. C. R. 134, 168—171, 1902.

Theodor Paul u. **Otto Sarwey.** Experimentaluntersuchungen über Händedesinfection 7. Bakteriologische Prüfung der Hände nach vorausgegangener Desinfection mit Quecksilberverbindungen, mit besonderer Berücksichtigung der modernen physikalisch-chemischen Theorien. Münch. med. Wochenschr. 1901, Nr. 36, 37, 38; [ZS. f. phys. Chem. 39, 637—638, 1902.

Alexandre de Hemptinne. Ueber die Bildung von Ozon durch elektrische Effluvien. Bull. Belg. 1901, 612—621. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 391—392.

P. Eitner. Untersuchungen über die Explosionsgrenzen brennbarer Gase und Dämpfe. Schilling's Journ. f. Gasbel. 45, 69—72, 90—93, 1902 (Fortsetzung).

3a. Krystallographie.

W. J. Sollads. On the Intimate Structure of Crystals. Part V. Cubic Crystals with Octahedral Cleavage. Proc. Roy. Soc. 69, 294—306, 1901.

W. J. Sollads. On the Intimate Structure of Crystals. V. Cubic Crystals with Octahedral Cleavage. Roy. Soc. May 23, 1901. [Nature 65, 309, 1902.

J. L. C. Schroeder van der Kolk. De la détermination du système cristallin d'un cristal microscopique. Arch. Néerl. (2) 4, 341—345, 1901.

4. Mechanik.

Th. Schwartze. Dynamische Betrachtungen über mechanische Fundamentalbegriffe. Unterrbl. f. Math. u. Naturw. 8, 11—14, 1902.

E. J. Routh. Treatise on Analytical Statics. Illus. taken from Theories of Electricity and Magnetism. 2. 2. ed. 390 S. London, C. J. Clay, 1902.

P. Duhem. Sur quelques extensions récentes de la statique et de la dynamique. 32 S. Rev. des quest. scient. Juillet 1901.

B. Nieweglowski. O teoryi momentów. (Sur la théorie des moments. Wiadomości Matematyczne 5, 141—149, 1901.

Ch. Ed. Guillaume. Note sur l'unité de pression. Brit. Ass. Glasgow, 1901.

Ad. Mayer. Zur Theorie der gleitenden Reibung. Verh. sächs. Ges. d. Wiss. 53, 235—318, 1901.

5. Hydromechanik.

Henry T. Bovey. A Treatise on Hydraulics. 2. ed. XVIII u. 583 S. New York, John Wiley and Sons; London, Chapman and Hall, Ltd., 1901.

P. Duhem. Sur les conditions aux limites en Hydrodynamique. C. R. 134, 149—152, 1902.

William Duane. On the siphon. Science (N. S.) 15, 152—153, 1902.

6. Aeromechanik.

Marey. Les Mouvements de l'air étudiés par la photographie. Soc. Franç. de Phys. Nr. 174, 6, 1902.

F. Neesen. Bemerkung zu einem Aufsatz von Herrn Kahlbaum über Quecksilberluftpumpen. Verh. D. Phys. Ges. 4, 30—34, 1902.

J. E. Petavel. On the measurement of High-Pressure Explosions. Mem. and Proc. Manchester Soc. 46, V. 16 S. 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

Fritz Hasenöhrl. Ueber das Gleichgewicht eines elastischen Kreiscylinders. Wien. Ber. 110 [2a], 1026—1037, 1901.

George Wilson. On the Failure of certain Cast Steel Dies used in the Manufacture of Drawn Tubes. Mem. and Proc. Manchester Soc. 46, VII. 16 S. 1902.

S. de Szily. Essais à la traction sur cylindres creux soumis à des pressions intérieures. Congr. de Budapest 1901. Budapest. Pátria. Soc. anon. d'impr. 1901.

C. Bach. Zur Gesetzmässigkeit elastischer Dehnungen. ZS. d. Ver. D. Ing. 46, 25—26, 1902.

J. Muir. On the Tempering of Iron bardened by Overstrain. 32 S. London, Dulau, 1902.

7b. Capillarität.

Gerrit Bakker. Théorie de la capillarité. 3. mémoire. Journ. de Phys. (4) **1**, 105—115, 1902.

Alfred Kalähne. Ueber die Benutzung stehender Capillarwellen auf Flüssigkeiten als Beugungsgitter und die Oberflächenspannung von Wasser und Quecksilber. Ann. d. Phys. (4) **7**, 440—476, 1902.

7c. Lösungen.

G. Bodländer und **R. Fittig.** Das Verhalten von Molekularverbindungen bei der Auflösung. ZS. f. phys. Chem. **39**, 597—612, 1902.

J. D. van der Waals. L'État moléculaire du dissolvant a-t-il une influence sur la diminution de tension de vapeur produite par des sels dissous? Arch. Néerl. (2) **4**, 332—340, 1901.

Franz Möller. Eine zur Untersuchung der Dichte äusserst verdünnter Lösungen geeignete Form des Dilatometers. Ann. d. Phys. (4) **7**, 256—284, 1902.

A. Seidell. The solubility of mixtures of sodium chloride and sodium sulphate. Chem. Soc. Washington, 12. December 1901. [Science (N. S.) **15**, 145—148, 1902.

P. Walden und **M. Centnerszwer.** Flüssiges Schwefeldioxyd als Lösungsmittel. ZS. f. phys. Chem. **39**, 513—596, 1902.

7d. Diffusion.

Karl Stanzel. Ueber die Diffusion in sich selbst. Wien. Ber. **110** [2a], 1138—1152, 1901.

7e. Absorption und Adsorption.

W. Müller-Erzbach. Neue Beobachtungen über den Adsorptionsvorgang. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 35—37, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

E. H. Stevens. Ueber Schallgeschwindigkeit in Luft bei gewöhnlicher und bei hoher Temperatur und in verschiedenen Dämpfen. Ann. d. Phys. (4) **7**, 285—320, 1902.

R. Freman. Change of Pitch of Sound with Distance. Nature **65**, 317—318, 1902.

F. L. Tufts. A study of the action of sound waves on unignited jets of gas. Phys. Rev. **14**, 57—60, 1902.

9. Physiologische Akustik.

A. Guillemin. Génération de la Voix et du Timbre. 2. Aufl. IV u. 624 S. Paris, F. Alcan.

Karl Deditius. Beiträge zur Akustik des Stimmorgans der Sperlingsvögel. Journ. f. Ornith. 1902, 101—113.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

Fritz Frankenhäuser. Das Licht als Kraft und seine Wirkungen, auf Grund der heutigen naturwissenschaftlichen Anschauungen für Mediciner dargestellt. XIII u. 74 S. Berlin, Hirschwald, 1902.

Peter Lebedew. Researches on the pressure forces of light. Chem. News **85**, 52—54, 61—63, 1902 (Forts.). Journ. russ. phys.-chem. Ges. **33**, 53—75, 1901 (russ.).

M. Planck. Ueber die Natur des weissen Lichtes. Ann. d. Phys. (4) **7**, 390—400, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

P. Zeeman. Une expérience relative à la propagation anomale des ondes. Arch. Néerl. (2) 4, 318—322, 1901.

C. Raveau. Sur l'histoire des procédés mis en oeuvre par Foucault pour l'étude des miroirs et des objectifs. Journ. d. Phys. (4) 1, 115—116, 1902.

B. Glatzel. Quantitative Untersuchungen über Absorption und Reflexion im Ultraviolett. Erlangen 1901. 40 S.

P. Zeeman. Mesure de l'indice de réfraction du platine chauffé au rouge. Arch. Néerl. (2) 4, 314—317, 1901.

Henry G. Galle. On the relation between density and index of refraction of air. Phys. Rev. 14, 1—16, 1902.

Ludwig Matthiessen. Von der astigmatischen Strahlenbrechung in einer Vollkugel bei schiefer Incidenz und von den adjungirten Fixpunkten. Ann. d. Phys. (4) 7, 381—389, 1902.

Lippmann. Méthode pour la mise au point des lunettes et des collimateurs. Soc. Franç. de Phys. Nr. 174, 6—7, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

W. N. Hartley and **H. Ramage.** Banded Flame-Spectra of Metals. Trans. R. Dublin Soc. 7, 339—352, 1901.

W. N. Hartley. Notes on quantitative Spectra of Beryllium. Proc. Roy. Soc. 69, 283—285, 1901.

E. Haschek. Ueber das Funken- und Bogenspectrum des Europiums. Wien. Anz. 1902, 18—19.

O. H. Basquin. The arc spectrum of hydrogen. Proc. Amer. Acad. of Arts 37, 161—174, 1901.

A. S. King. Some New Peculiarities in the Structure of the Cyanogen Bands. Astrophys. Journ. 14, 323—330, 1901.

13. Photometrie.

Ch. P. Matthews. Ein verbesserter Apparat für Bogenlichtphotometrie. Trans. of the Amer. Inst. of Electrical Engineers 18, 671—683.

Camichel et **Mandoul.** Expériences spectrophotométriques sur la peau. Journ. de Phys. (4) 1, 101—105, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Henri Becquerel. Sur quelques propriétés du rayonnement des corps radio-actifs. C. R. 134, 208—211, 1902.

Caspari. Demonstration zur Wirkung der Becquerelstrahlen. Verh. Berl. Physiol. Ges. 1901/1902. [Arch. f. Physiol. 1902, 155—156.

A. Sella. Ricerche di radioattività indotta. Lincei Rend. (5) 11 [1], 57, 1902.

K. A. Hofmann und **F. Zerban.** Ueber radioactives Thor. Chem. Ber. 35, 531—533, 1902.

E. Rutherford. An Investigation of the Radioactive Emanation produced by Thorium Componnds. Chem. Soc. January 16, 1902. [Chem. News 85, 55—56, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

O. Lummer. Die planparallelen Platten des Interferenzspectroskops. Phys. ZS. 3, 172—175, 1902.

F. A. Mitchell. Focal Singularities of Plane Gratings. Astrophys. Journ. 14, 331—334, 1901.

W. S. Franklin. Some diffraction photographs. Phys. Rev. 14, 61, 1902.

Carl Hillebrand. Die Anwendung der Beugungserscheinungen auf astronomische Messungen. Wien. Ber. 110 [2a], 989—1025, 1901.

Alfred Kalähne. Ueber die Benutzung stehender Capillarwellen auf Flüssigkeiten als Beugungsgitter und die Oberflächenspannung von Wasser und Quecksilber. Ann. de Phys. (4) 7, 440—476, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

W. H. Perkin. The Magnetic Rotation of some Polyhydric Alcools Hexoses, and Saccharobioses. Journ. Chem. Soc. 81, 177—191, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

P. V. Beran. On some Phenomena connected with the Combination of Hydrogen and Chlorine under the influence of Light. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11 [4], 264—266, 1902.

Edward Schunck. Contributions to the Chemistry of Chlorophyll. Nr. VIII. Changes undergone by Chlorophyll in passing through the Bodies of Animals. Proc. Roy. Soc. 69, 307—312, 1901.

17. Physiologische Optik.

A. Gleichen. Die Scheitelkrümmung der Bilder auf der Netzhaut des Auges unter Berücksichtigung der Linsenschichtung. Verh. D. Phys. Ges. 4, 13—24, 1902.

18. Optische Apparate.

Das grosse Fernrohr zu Treptow bei Berlin. Der Mechaniker 10, 25—30, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

Gustav Robin. Oeuvres scientifiques, réunies et publiées sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, par Louis Raffy, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris. Thermodynamique générale. XVI u. 271 S. Paris, Gauthier et Villars 1901.

R. Schweitzer. Die Energie und Entropie der Naturkräfte mit Hinweis auf den in dem Entropiegesetze liegenden Schöpferbeweis. 59 S. Köln, J. P. Bachem, 1902.

James Swinburne. The Factors of Heat. Phys. Soc. January 24, 1902. [Chem. News 85, 56—57, 1902.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

Alfred Denizot. Zur mathematischen Behandlung des zweiten Hauptsatzes. Ann. d. Phys. (4) 7, 358—368, 1902.

J. Zawidzkiego. Notatka Historyczna o zyawiskach krytycznych. (Notice historique sur les phénomènes critiques.) Wiadomości Matematyczne 5, 224—226, 1901.

C. H. Wind. Sur la règle des phases de Gibbs. Arch. Néerl. (2) 4, 323—331, 1901.

J. D. van der Waals. Contributions à la connaissance de l'équation d'état. Arch. Néerl. (2) 4, 299—313, 1901.

P. Kohnstamm. Experimenteele Onderzoekingen naaraanleiding van de theorie van van der Waals. Het P. T. H. Vlak. Diss. Amsterdam, 1901. 219 S.

F. A. H. Schreinemakers. Les tensions de vapeur des mélanges binaires et ternaires. Arch. Néerl. (2) 4, 346—369, 1901.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

Max Margules. Ueber den Arbeitswerth einer Luftdruckvertheilung und über die Erhaltung der Druckunterschiede. Wien. Denkschr. 73, 329—345, 1901.

19d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

R. S. Hutton. On the fusion of Quartz in the Electric Furnace. Mem. and Proc. Manchester Soc. 46, VI 5 S. 1902.

H. Hausrath. Ueber eine Differentialmethode zur Bestimmung kleiner Gefrierpunktsdepressionen und einige Anwendungen derselben. Diss. Göttingen, 1901. 64 S.

Carl Barus. Graded condensation in benzine vapor, as evidenced by the distorted coronas and marhed axial color effects attending cloudy condensation. Science (N. S.) 15, 175—178, 1902.

Emil Gierig. Kryoskopische Untersuchungen. 42 S. Diss. Greifswald, 1901.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

J. Lefevre. Die Verflüssigung der Gase und ihre Anwendung. Ins Russ. übers. von S. Lamanski. 157 S. St. Petersburg, 1901.

Miss **A. M. Clerke.** Low temperature Research at the Royal Institution of Great Britain, London, 1893—1900. Proc. of the R. Inst. 1901, 62. [Journ. de Phys. (4) 1, 116—122, 1902.

G. W. A. Kahlbaum. Ueber Metalldestillation im luftverdünnten Raum, sowie über Veränderung des specifischen Gewichts von Metallen durch starke Pressung. Deutsche Elektrochem. Ges. II. Wandervers. d. Ortsgruppe Zürich, Freiburg (Schweiz), 30. Nov. 1901. [ZS. f. Elektrochem. 8, 115—116, 1902.

23. Calorimetrie.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

J. Boussinesq. Mise en équation des phénomènes de convection calorifique et aperçu sur le pouvoir refroidissant des fluides. Journ. de Phys. (4) 2, 65—71, 1902.

J. Boussinesq. Sur le pouvoir refroidissant d'un courant liquide ou gazeux. Journ. de Phys. (4) 1, 71—75, 1902.

F. Dolberg. Theorie der Wärmeleitung in einem homogenen schalenförmigen Körper, der von zwei nicht concentrischen Kugelflächen begrenzt wird. München, 1900. 39 S.

E. Müller. Die Abhängigkeit der Wärmeleitungscoëfficienten der Luft von der Temperatur. Erlangen, 1901. 38 S.

Alexander v. Kalecsinsky. Ueber die ungarischen warmen und heissen Kochsalzseen als natürliche Wärmeaccumulatoren, sowie über die Herstellung von warmen Salzseen und Wärmeaccumulatoren. Ann. de Phys. (4) 7, 408—416, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

H. Rubens and **F. Kurlbaum.** On the Heat-Radiation of Long Wave-Length Emitted by Black Bodies at Different Temperatures. Astrophys. Journ. 14, 335—348, 1901.

O. W. Richardson. On the Negative Radiation from Hot Platinum. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11 [4], 282—295, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

P. af Bjerken. Kort framställning af Elektricitätsleran och dess viktigaste tekniska Användning. 127 S. Stockholm, 1901.

H. E. Hadley. Practical Exercises in Magnetism and Electricity. Laboratory Course for Schools of Science. 244 S. London, Macmillan, 1902.

Fleeming Jenkin. Ellettricità, tradotto dal prof. Rinaldo Ferrini. Terza ed. XIII u. 237 S. Milano, Ulrico Hoepli, 1902.

G. Schollmeyer. Schule der Elektricität. Praktisches Handbuch der gesammten Elektricitätslehre unter Berücksichtigung der neuesten Forschungen und Erfindungen. VII u. 323 S. Neuwied, 1902.

A. Schumann. Die heutige Elektricitätslehre in elementar-mathematischer Behandlung. Russische Uebersetzung von N. Dershanin. 236 S. Petersburg, 1902.

C. W. Swoope. Lessons in practial Electricity. Principles experiments and arithmetical problems. New York, 1901.

Eduard Riecke. Zur Bewegung eines elektrischen Theilchens in einem constanten elektromagnetischen Felde. Ann. de Phys. (4) 7, 401—407, 1902.

F. E. Nipher. On the production of ether disturbances by explosions and by the motion of masses of matter. Acad. of Sc. St. Louis, Decbr. 16, 1901. [Nature 65, 264, 1902.

F. E. Nipher. Attempt to produce ether waves by the explosion of dynamite. Acad. of Sc. St. Louis, Jan. 6, 1902. [Science (N. S.) 15, 194—195, 1902. [Nature 65, 336, 1902.

M. Abraham. Dynamik des Electrons. Gött. Nachr. 1902. 22 S.

P. Duhem. Les théories électriques de J. Clerk Maxwell. 228 S. Paris, Hermann, 1901.

Albert Turpain. Sur l'état électrique d'un résonateur de Hertz en activité. Congr. intern. de phys. 4, 109—116, 1901.

L. Hurwitsch. Neue Untersuchungen auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie. Journ. Elektritschestwo 1901, 244—252, russ.

J. Reyval. Notes sur la télégraphie sans fil en Allemagne. L'éclair. électr. 30, 167—173, 1902 (Schluss).

Das System der Telegraphie ohne Draht von Prof. Dr. Ferdinand Braun in Strassburg. Dingl. Journ. 316, 789—792, 1901.

P. Mercanton. Contribution à l'étude des diélectriques. Soc. Vaud. sc. nat. 23. Oct. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 12, 640—642, 1901.

Robert Fellinger. Bestimmung der Dielektricitätsconstanten von Krystallen im homogenen elektrischen Felde. Ann. de Phys. (4) 7, 333—357, 1902.

A. de Forest Palmer. On the dielectric constant of dilute electrolytic solutions. Phys. Rev. 14, 38—56, 1902.

G. de Metz. Sur la capacité électrique du corps humain. Congr. intern. de phys. 4, 119—127, 1901.

F. Kiebitz. Berichtigung. Ann. d. Phys. (4) 7, 476, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

F. Hodson. Electrification of glass. Nature 65, 319, 1902.

J. Worobieff. Die pyroelektrischen Erscheinungen beim Turmalin. Naturforscherges. St. Petersburg, 20. Novbr. 1901. [Centralbl. f. Min. 1902. 86.

H. Andriessen. Ladungsströme bei Wechselstrom. Ann. d. Phys. (4) 7, 369—380, 1902.

27. Elektrostatik.

Camillo Carpini. Determinazione del potenziale elettro-statico mediante la deformazione d'una superficie liquida. Lincei Rend. (5) 11 [1] 65—69, 1902.

Beggerow. Elektricitätszerstreuung durch Verdampfung von Flüssigkeiten. 49 S. Diss. Freiburg i. Br. 1901.

28. Batterieentladung.

Karl Przibram. Photographische Studien über die elektrische Entladung. 4 S. Wien. Ber. 110 [2a] 1901.

G. A. Hemsalech. La constitution de l'étincelle électrique. Journ. de Phys. (4) 1, 76—90, 1902.

29. Galvanische Ketten.

C. H. Ayres. Measurement of the internal resistance of galvanic cells. Phys. Rev. 14, 17—37, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

L. Vigier. Ueber den Verlauf der Rückströme an Strassenbahnen u. s. w. Elektrot. ZS. 23, 143, 1902.

E. B. Wedmore. Vagabundirende Ströme. Elektrot. ZS. 23, 110, 1902.

E. Basil Wedmore. Earth currents derived from distributing systems. Electrician 48, 568—571, 1902 (Forts.).

Maclean. Kelvin's Electric Measuring Instruments. Journ. of Inst. of Electr. Engineers 31, 117—136, 1901.

S. R. Dick. Electricity Supply. Meters of the Electrolytic Type. Journ. of Inst. of Electr. Engineers 31, 95—117, 1901.

W. Knobloch. Neuerung an Stöpselrheostaten. Elektrot. ZS. 23, 132—133, 1902.

W. Bg. Ein neuer Quecksilberstrahl-Unterbrecher. Elektrot. ZS. 23, 107—108, 1902.

O. M. Corbino. Sullo interrutore di Wehnelt. Atti dell'Assoc. electrot. Ital. 4, 1900. [Journ. de Phys. (4) 1, 126—127, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

(Leitfähigkeit.)

J. A. McClelland. On the Action Incandescent Metals in producing Electric Conductivity in Gases. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11, 296—305, 1902.

32. Elektrochemie.

Emil Bose. Das Faraday'sche Gesetz und sein Gültigkeitsbereich. Chem. Ztg. 26, 47—48, 66—68, 1902. Chem. Centralbl. 1902, 1, 392.

W. Hittorf. Bemerkungen über die Bestimmungen der Ueberführungszahlen der Ionen während der Elektrolyse ihrer Lösungen. Das Verhalten der Diaphragmen bei derselben. ZS. f. phys. Chem. 39, 613—629, 1902.

W. T. Mather. Neuer Apparat zur Bestimmung der Ionengeschwindigkeiten mit einigen Resultaten für Silberionen. Amer. chem. Journ. 26, 473—493, 1901.

C. T. R. Wilson. On the Spontaneous Ionisation of Gases. Proc. Roy. Soc. 69, 277—282, 1901.

Paolo Straneo. Misura della diffusione elettrolitica, dei numeri di trasporto e della mobilità dei ioni. Lincei Rend. (5) 11 [1], 58—65, 1902.

E. Rieger. Ueber die Existenz complexer Ionen in Doppelsalzen auf Grund von Ueberführungsbestimmungen. Breslau 1901. 37 S.

H. C. Jones, J. Barnes und **E. P. Hyde.** Gefrierpunktserniedrigungen von Wasserstoffsuperoxydlösungen. Amer. chem. Journ. 27, 22—31, 1902.

Joh. Möller. Ueber die elektrolytische Reduction aromatischer und fetter Nitrokörper. Electrochem. ZS. 8, 239—244, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

85. Elektrisches Leuchten.

J. Stark. Ueber Ionisirung von Gasen durch Ionenstoss. Ann. d. Phys. (4) 7, 417—439, 1902.

G. C. Schmidt. Ueber die chemischen Wirkungen der Kathodenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 7, 321—322, 1902.

A. Wehnelt. Ueber die Vertheilung des Stromes an der Oberfläche von Kathoden in Entladungsröhren. Ann. d. Phys. (4) 7, 237—255, 1902.

Josef v. Geitler. Ueber die durch Kathodenstrahlen bewirkte Ablenkung der Magnetnadel. Wien. Anz. 1902, 15—16.

E. Goldstein. Ueber den Einfluss der Lichtbrechung auf Beobachtungen an Geissler'schen Röhren. Verh. D. Phys. Ges. 4, 4—12, 1902.

85a. Röntgenstrahlen.

Czellitzer. Die Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen. Verh. Berl. Physiol. Ges. 1901—1902. [Arch. f. Physiol. 1902, 156—160.

L. Benoist. Définition expérimentale des diverses sortes de rayons X, par le radiochronomètre. C. R. 134, 225—227, 1902.

Guido Holzknecht. Ueber die Erzeugung von Nachfarben durch Röntgenstrahlen. Verh. D. Phys. Ges. 4, 25—28, 1902.

86. Magnetismus.

Chr. Maurain. Magnétisme, Couches de passages et Action à petite distance. Rev. gén. des s. 12, 1059—1066, 1901.

Stefan Meyer. Notiz über das magnetische Verhalten von Europium, Samarium und Gadolinium. Wien. Anz. 1902. 18.

E. Gumlich. Ueber das Verhältniss der magnetischen Eigenschaften zum elektrischen Leitvermögen magnetischer Materialien. Elektrot. ZS. 23, 101—102, 1902.

Ch. Maurain. Sur une action magnétisante des contacts et son rayon d'activité. Journ. de Phys. (4) 1, 90—100, 1902.

S. Sano. Notes on Kirchhoff's theory of magnetostriction. Tokyo Suga. Inst. Kwai Kizi 1901, 229—232.

R. Hiecke. Rotirende Hysteresis. Elektrot. ZS. 23, 142—143, 1902.

E. van Everdingen jr. Recherches sur les phénomènes, que présentent les métaux traversés par un calorifique dans un champ magnétique. Arch. Néerl. (2) 4, 371—476, 1901.

Georges Moreau. De l'effet Hall et des couches de passage dans les lames métalliques minces. Ann. chim. phys. (7) 25, 204—239, 1902.

Harold A. Wilson. On the Hall Effect in Gases at Low Pressures. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11, 249—263, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

H. Poincaré. A propos des Expériences de M. Crémieu. Rev. gén. des sc. 12, 994—1007, 1901.

88. Elektrodynamik. Induction.

Liénard. Sur l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques. C. R. 134, 163—165, 1902.

E. Carvallo. Électrodynamique des corps en mouvement. C. R. 134, 165—168. 1902.

W. Lebedinski. Moderne Ansichten über die Ruhmkorff'sche Spirale. Journ. Elektrotschestwo 1901, 265—271, russ.

89. Vermischte Constanten.

Alfred Ditte. Introduction à l'étude des métaux. Leçons professées à la Faculté des Sciences, Paris, Soc. d'éditions scient., 1902.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

K. Exner. Optisches Vermögen des Ortes. Met. ZS. 18, 412—413, 1901.

J. Scheiner. Ueber die Sternspectra mit theils hellen, theils dunklen Wasserstofflinien. Astr. Nachr. 156, 195—200.

F. Folie. Sur un mode de détermination de la constante de la précession, indépendant du mouvement systématique. Bull. de Belg. 811—815, 1900.

H. H. Turner. Mechanische Compensation der Drehung des Gesichtsfeldes des Siderostaten. Month. Not. 61, 122, 1901.

H. C. Plummer. Mechanische Compensation der Drehung des Gesichtsfeldes des Siderostaten. Month. Not. 61, 122, 1901.

F. Folie. Die Aberrationsconstante und die Geschwindigkeit des Sonnensystems nach den Beobachtungen von Struve. Bull. de Belg. Nr. 6, 329—336, 1901.

A. S. Young. Die Dichtigkeit des Sonnennebels. Astr. phys. Journ. 13, 338—343, 1901.

A. Cornu. Ueber die mechanische Aufhebung der Umdrehung des optischen Feldes bei Siderostaten und Heliostaten. C. R. 132, 1013—1017, 1901.

G. Lippmann. Ein Apparat zur Bewegung der photographischen Platte, die das Bild durch einen Siderostaten erhält. C. R. 132, 931—932, 1901.

Wilhelm Foerster (Berlin). Die Zweifel an der Kosmogonie von Kant und Laplace. Mitth. d. Ver. v. Freund. d. Astr. u. kosm. Phys. 12, 1, 7—13, 1902.

1 B. Planeten und Monde.

J. Vincent. A propos des cirques lunaires. Bull. de Belg. 768—772, 1900.

F. Folie. Sur les termes nouveaux de l'accélération séculaire de la lune. Bull. de Belg. 42—47, 1900.

K. Strehl. Verdoppelung der Marscanäle. Centralztg. f. Opt. u. Mech. 22, 23, 221, 1901.

T. J. J. See. Observations of the Diameters of the Satellites of Jupiter, and of Titan, the principal Satellite of Saturn. Astr. Nachr. 157, 3764, 326—336, 1902.

L. Rudaux. Variability of the Satellites of Saturn. Bull. Soc. Astr. de France. January 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

Dr. **G. Eberhard.** Ueber die Bewegung von λ Cygni im Visionsradius. Astr. Nachr. 157, 3765, 342—346, 1902.

Wilhelm Foerster (Berlin). Mittheilungen über die Entdeckungen in der Umgebung des neuen Sternes im Perseus. Mitth. d. Ver. v. Freund. d. Astr. u. kosm. Phys. 12, 1, 4—6, 1902.

E. v. Gothard. Die Entstehung der photographischen Aureole um die Nova Persei. Astr. Nachr. 156, 283—285, 1901.

A. Ricco. Osservazioni astrofisiche della nuova stella in Perseo, fatte nell'Osservatorio di Catania. Atti dei Lincei Rend. 10, 9, 328, 1901.

W. E. Wilson. The Distance of Nova Persei. Nature 65, 1683, 298, 1902.

J. Wilsing. Versuch einer Erklärung der Entstehung und der Bewegung der Nebelhülle, welche die Nova Persei umgiebt. Astr. Nachr. 157, 3765, 346—352, 1902.

Ph. Fauth. *R* Serpentis im abnehmenden Licht. Astr. Nachr. 157, 3765, 352, 1902.

1 D. Die Sonne.

W. E. Wilson. The Effective Temperature of the Sun. Proc. Roy. Soc. 69, 312—320, 1902.

J. Hahn. Ueber die Höhe und den Gleichgewichtszustand der Sonnenatmosphäre und die Entstehungsursache der Protuberanzen. Astr. Nachr. 156, 241—254, 1901.

E. v. Oppolzer. Ueber den Gleichgewichtszustand der Sonnenatmosphäre. Astr. Nachr. 156, 375, 1901.

J. Wilsing. Ueber die Bedeutung der anomalen Dispersion des Lichtes für die Theorie der Sonnenchromosphäre und der Protuberanzen. Astr. Nachr. 156, 225—230, 1901.

K. Kostersitz. Zur Erklärung der sogenannten „fliegenden Schatten" bei totalen Sonnenfinsternissen. Astr. Nachr. 156, 293, 1901.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Nejed. An Arabian Meteorite. Science 15, 369, 149—150, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

W. v. Bezold. Die Bedeutung einer einheitlichen Thermometerscala. Das Wetter 19, 1, 23, 1902.

C. Millot. Notions de météorologie utiles à la géographie physique. 8°. 287 S. Paris, Berger-Levrault et Cie., 1901.

R. Börnstein. Leitfaden der Wetterkunde, gemeinverständlich bearbeitet. 8°. 179 S., 17 Taf. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1901.

Bull. de l'Obs. Met. Kazan Université. 1900.

Bull. de l'Obs. Met. Kazan Université. 1901.

Nils Ekholm. Väderleken under År 1901. Ymer, Tidskrift utgifven af Svenska Sällskapet för Antropologi och Geografi Årg. 1901. H. 4.

A. L. Rotch. Drachenversuche auf See. Das Wetter 19, 1, 19—20, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

G. Melander. Ueber die Absorption der Atmosphäre. 7 S. (Helsingfors, J. Simelii Erben, 1901.)

H. H. K. Colored Snow. Month. Weather Rev. 29, 10, 465—466, 1901.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

C. F. Marvin. The Measurement of Sunshine and the Preliminary Examination of Angström's Pyrheliometer. Month. Weather Rev. 29, 10, 454—458, 1901.

2 D. Luftdruck.

The Barometer as used at Sea. Month. Weather Rev. 29, 10, 459—460, 1901.

2 E. Winde und Stürme.

What is a storm wave? Month. Weather Rev. **29**, 10, 460—463, 1901.

Albert Lancaster. La tempête du 13—14 février 1900. Bull. de Belg. 339—354, 1900.

2 F. Wasserdampf.

2 G. Niederschläge.

Francisca A. Lanza. Sociedad météorologica Urugaya. Servicio pluviometrico. Resumen de la observaciones pluviometricas efectuadas durante el 1er 4⁰ trimestres del ano de 1898 ano 7, nos 1—4. Montevideo 1901, 4 fasc. in-8°. C. R. **134**, 3, 203, 1902.

M. S. de Perrot. Observations pluviométriques faites dans le canton de Neuchâtel en 1900. Arch. sc. phys. **106**, 7, 76—78, 1901.

Hübner. Eiskugeln. Das Wetter **19**, 1, 22, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

W. Loewy. Ueber die Elektricitätszerstreuung in der Luft. Phys. ZS. **3**, Nr. 6 bis 7, 106—107, 1901.

H. Ebert. Ueber die Bedeutung luftelektrischer Messungen im Freiballon. S.-A. Illustr. Aëronaut. Mitth. H. 1, 11—24, 1901.

G. J. Symons. On barometric oscillations during thunderstorms, and on the brontometer, an instrument designed to facilitate their study. Month. Weather Rev. **29**, 10, 463—465, 1901.

Dr. **P. Polis** (Aachen). Das Nachtgewitter vom 1. Juni 1901 zu Aachen. Das Wetter **19**, 1, 14—17, 1902.

Gewitterregistratoren. Das Wetter **19**, 1, 22, 1902.

Janke. St. Elmsfeuer. Das Wetter **19**, 1, 21, 1902.

L. Schwarz. St. Elmsfeuer auf der Schneekoppe. Das Wetter **19**, 1, 21, 1902.

W. Brennecke. St. Elmsfeuer am 2. Januar 1902 auf dem Brocken. Das Wetter **19**, 1, 20, 1902.

C. A. Electrical phenomena; Incandescent clouds. Month. Weather Rev. **29**, 10, 466, 1901.

M. Lindner. Der Blitzschutz. Praktische Anleitung zur Projectirung, Herstellung und Prüfung von Gebäudeblitzableitern. 176 S. Leipzig, O. Leiner, 1901.

2 J. Meteorologische Optik.

A. Sieberg (Aachen). Das Photographiren von Halos. Naturw. Rundsch. **17**, 6, 70—72, 1902.

F. Folie. Sur un phénomène d'optique atmosphérique observé à Grivegnée, le 20 decembre 1899. Bull. de Belg. 1900, 5—7.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

2 M. Praktische Meteorologie.

R. Börnstein. Wetterdienst. Das Wetter **19**, 1, 24, 1902.

Tauben als Wetterpropheten. Das Wetter **19**, 1, 22, 1902.

Prof. Dr. **W. J. van Bebber.** Anleitung zur Aufstellung von Wettervorhersagen für alle Berufsclassen, insbesondere für Schule und Landwirthschaft. Braunschweig, 1902.

2 N. Kosmische Meteorologie.

2 O. Meteorologische Apparate.

2 P. Klimatologie.

Dr. **Grohmann** (Chemnitz). Die klimatischen Verhältnisse des Königreichs Sachsen in ihrer Abhängigkeit von Luftdruck und Windursprung. Das Wetter **19**, 1, 1—13, 1902.

Lokalklimatologische Beiträge 1900—1901. Peterm. Mitth. 48, 1, L. B., 12—16, 1902.

Chas. A. Silberrad. Extremes of Climate in the British Empire. Nature 65, 1683, 299.

W. Alleyne Ireland. The climatic control of government in the tropics. Science 14, 363, 938, 1901.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

M. Ch. Lagrange. Sur le problème actuel de la physique du globe et les lois de Brück. (Loi quadrangulaire du relief du globe; loi de l'histoire.) Bull. de Belg. 1029—1058, 1900.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

F. R. Helmert. Zur Bestimmung kleiner Flächenstücke des Geoids aus Lothabweichungen mit Rücksicht auf Lothkrümmung. (Zweite Mittheilung.) Berl. Sitzber. 39/40, 958—975, 1901.

Charles Lallemand. Rapport sur les travaux du Service du Nivellement général de la France en 1899 et 1900, accompagné de 19 planches de diagrammes figuratifs. (Extrait des Comptes rendus des séances de la Conference général de l'Association géodésique internationale, tenue à Paris en 1900.) C. R. 134, 3, 204, 1902.

G. W. Littlehales. Die Richtung der Methoden zur Messung der Schwerkraft auf dem Ocean. Bull. Phil. Soc. Washington 14, 135—137, 1900.

F. Folie. Mon dernier mot sur l'incorrection des formules rapportées de l'axe instantané. Bull. de Belg. 693—694, 1900.

F. Folie. Formules correctes de la nutation eulérienne de l'axe instantané, suivies des expressions complêtes de la nutation de l'écorce solide du globe. Bull. de Belg. 616—625, 1900.

F. Folie. Les expressions correctes de la nutation eulérienne rapportée aux axes instantanés. Bull. de Belg. 462—463, 1900.

F. Folie. Sur les nutations eulérienne et chandlérienne d'après les latitudes determinées à Poulkovo. Bull. de Belg. 270—275, 1900.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

Underground temperatures at Oxford. Radcliffe Observatory, Oxford, from 1892 to 1899. Science 14, 363, 938, 1901.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

Dr. **A. Stübel.** Ueber die Verbreitung der hauptsächlichsten Eruptionscentren und der sie kennzeichnenden Vulcanberge in Südamerika. Peterm. Mitth. 48, 1, 1—9, 1902.

Carl Wägler. Die geographische Verbreitung der Vulcane. (S.-A. a. d. M. d. F. f. Ek.) 8°. 26 S. m 2 K. Leipzig, 1901.

Coleman Phillips. On the vulcanoes of the Pacific. [Abdr. aus: T. fo the New Zealand 1, 510—551, 1898 u. 188—212, 1899.

3 F. Erdbeben.

A. Jähnike. Das Gebäude der königl. Hauptstation für Erdbebenforschung zu Strassburg i. E. [Beitr. z. Geophys. 1900, 4, 421—426, 1 Taf.

Ch. Davison. Methods of studying Earthquakes. [Journ. of Geol. 1900, 8, 301—308 u. 672. 2 Fig.

F. de Montessus de Ballore. Introduction à un essai de description sismique du globe. [Beitr. z. Geophys. 1900, 4, 331—382. 1 Fig.
J. Milne. Earthquake Precursors. [Nature 59, 414—416, 1898/99. 2 Fig.
J. Milne. Earthquake Echoes. [Nature 59, 368, 1898/99. 1 Fig.
G. Grablovitz. Sulla forma delle oscillazioni lente nei terremoti. [B. S. Sismol. Ital., 4, 192—201, 1898.
Luigi Palazzo. Sul terremoto del 24 aprile 1901 nei pressi di Palombara Sabina. Atti dei Lincei Rend. 10, 9, 351—354, 1901.
R. Ehlert. Das dreifache Horizontalpendel. Beitr. z. Geophys. 3, 481—494, 1898, 2 Fig.
R. Ehlert. Horizontalpendelbeobachtungen im Meridian zu Strassburg i. E. Von April bis Winter 1895. Beitr. z. Geophys. 3, 131—215. 26 Fig. im Text, 1898. Vom Winter 1895 bis 1. April 1896. Ibidem 4, 68—97, 6 Fig. im Text, 1900.
J. Kortazzi. Les perturbations du pendule horizontal à Nicolajew en 1897, 1898 et 1899. Beitr. z. Geophys. 4, 383—405, 1900.
R. Ehlert. Zusammenstellung, Erläuterung und kritische Beurtheilung der wichtigsten Seismometer mit besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Verwendbarkeit. Beitr. z. Geophys. 3, 350—474, 91 Fig. im Text, 2 Tab., 1898.
E. Oddone. Sulle registrazioni sismiche di periodo lento. B. Sismol. Ital. 5, 181—197, 1899—1900.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Prof. **P. Bachmetjew.** Der gegenwärtige Stand der Frage über elektrische Erdströme. (Aus „Mémoires de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg".) (58 S. m. 6 Taf. gr. 4°. St. Petersburg 1901. Leipzig, Voss' Sort. in Komm.
E. Mascart. Perturbations magnétiques produits par les tramways éléctriques à l'observatoire de Nice (2). 6. Livre Jubilaire Soc. Holl. Harlem, 550—555.
Das Lloyd Creak Inclinatorium für Messungen auf See. Terr. Mag. and Atm. Electr. 119, 1901.
W. van Bemmelen. Magnetic Observations during Total Solar Eclipse, May 18, 1901. Naturkundig Tijdschrift voor Ned-Indië vol. 1, part 3, 173—193.
G. Lecomte. Note préliminaire sur les observations magnétiques faites pendant le voyage du S. Y. Belgica en 1897—1898 et 1899. Bull. de Belg. 179—181, 1900.
Die Wellenlängen der photographisch erhaltenen Linien des Nordlichtspectrums. Astr. Nach. 156, 325, 1901.
A. Paulsen. Ueber die Identität eines Theils des Nordlichtspectrums mit dem entsprechenden Theile des Kathodenlichtspectrums des Stickstoffs. Met. ZS. 18, 414—415, 1901.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

J. W. Gregory. The Plan of the Earth and its causes. G. J. 13, 225—251, 7 Fig. 1899.
W. Prinz. L'hypothèse de la déformation tétraédrique de la terre de W. Lowthian Green et de ses successeurs. (Extr. de l'Ann. astr. 1902) 8°; 23 S., 6 Textfig. Brüssel 1901.
Emm. de Martonne. Fjords, cirques, vallées alpines et lacs subalpins. Ann. de G. 10, 52, 289—294.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Van der Stok, J. S. Nouvelles contributions à la connaissance des marées dans la détroit de Macasser (2) 6. Livre Jubilaire Soc. Holl. Harlem. 137—148.

M. Knudsen. Hydrographische Tabellen nach den Messungen von Carl Forch, J. P. Jacobsen, Martin Knudsen und S. P. L. Sörensen und unter Beihilfe von Biörn-Andersen, H. J. Hansen, J. N. Nielsen, B. Trolle, Alfred Wöhlk u. a. V u. 63 S. Kopenhagen, G. E. C. Gad; Hamburg, L. Friedrichsen & Co. 1901.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Alexander v. Kalecsinsky. Ueber die ungarischen warmen und heissen Kochsalzseen als natürliche Wärmeaccumulatoren, sowie über die Herstellung von warmen Salzseen und Wärmeaccumulatoren. Ann. d. Phys. (4) 7, 408—416, 1902.

F. A. Forel. Etude thermique des lacs du nord de l'Europe. Arch. sc. phys. 106, 7, 35—55, 1901.

Dr. **B. Adler.** Der See Telezkoje im Altai. Petermann. Mitth. 48, 1, 19—20, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Conferenz von Gletscherforschern zu Vent im Ötzthale. Petermann. Mitth. 48, 1, 15—17, 1902.

Dr. **S. Finsterwalder** und **E. Muret.** Les variations périodiques des glaciers. 6. Rapport 1900. Arch. sc. phys. 106, 7, 56—69, 1901.

Eug. Dubois. Paradoxe klimatische toestanden in het Palaeonzoïsche tydvak, beschouvd in verband met den vroegeren aard der zonnestraling. Handelingen van het 8. Nederlandsch Natuuren Geneenskundig Congres.

Eug. Dubois. Les causes probables du phénomène paléoglaciaire permocarbonifèrien dans les basses altitudes. 8°, 2 u. 50 S. Harlem, Loosjes 1901.

P. und **F. Sarasin.** Ueber die muthmaassliche Ursache der Eiszeit. S.-A. aus Verh. der naturf. Ges. Basel 13, 1901.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik

Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. 15. März 1902. Nr. 5.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 5 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 17. Februar bis 2. März 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

S. Zaremba. Sur les Fonctions dites fondamentales dans la théorie des Equations de la Physique. 24 S. Cracovie (Bull. Acad.), 1901.

A. Genau. Abriss der Physik für Präparandenanstalten. IV u. 92 S. Gotha. C. F. Thienemann, 1902.

Hugo Kordgrien. Mathematisch-physikalische Aufgabensammlung für die oberen Classen höherer Lehranstalten. 1. Mechanik. VII u. 147 S. Berlin, G. Grothe, 1901.

G. Johnstone Stoney. Survey of that part of the range of nature's operations, which man is competent to study. From the Smithsonian Report for 1899, 207—220, Washington, government printing Office, 1901.

1b. Maass und Messen.

Milton Updegraff. On the measurement of time. Science (N. S.) 15, 216—220, 1902.

A. Cornu. Ueber den Einfluss des Erdmagnetismus auf den Gang von magnetisirten Chronometern. Rev. intern. de l'Horlogerie 1, Nr. 19 u. 20. [Das Weltall 2, 78—80, 1901.

Ernst Lindelöf. Zur Frage von der Bedeutung der Fehlerrechnung bei der harmonischen Analyse von Curven. Arch. f. ges. Physiol. 87, 597—613, 1901.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

G. Ercolini. Due esperienze da lezione. Cim. (5) 2, 301, 1901.
H. Rabe. Vergleichsmanometer. Chem. Centralbl. 1902, 1, 510—511.
A. W. C. Menzies. Ueber die Empfindlichkeit eines Thermoregulators. Proc. Chem. Soc. 18, 10, 1902.
Samuel Auchmuty Tucker and Herbert R. Moody. Improved electric furnace for laboratory use. Chem. News 85, 75—76, 1902.
Louis Liebmann. Ueber einen modificirten Moissan'schen Schmelzofen. ZS. f. Elektrochem. 8, 125—128, 1902.
G. Buchner. Metallröhren mit Glas auszukleiden. Bayer. Ind. u. Gewerbebl. 34, 15, 1902. [D. Mech.-Ztg. 1902, 28.
Weisskopf u. Co. Herstellung von Kupferspiegeln auf Glas. Chem.-Ztg. 25, 940, 1901. [D. Mech.-Ztg. 1902, 26.
Diegel. Neues vom Magnalium. Verh. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl. 1901, 277. [D. Mech.-Ztg. 1902, 36—37.
C. Schwalbe. Cismühle. Chem. Centralbl. 1902, 1, 509—510.

2. Dichte.

F. Girardet. Apparatus for Determining the Density of Liquids. Bulletin 25, 936, 1901 (?). [Sill. Journ. 13, 153, 1902.
Kreitling. Die Benutzung von Schwimmern bei Büretten. II. Mittheilung. ZS. f. angew. Chem. 15, 4—6, 1902.

3. Physikalische Chemie.

P. Duhem. Thermodynamique et Chimie. Leçons élémentaires à l'usage des chimistes. IX u. 496 S. Paris, Librairie A. Hermann, 1902.
Allerton S. Cushman. Note on some modified forms of physico-chemical measuring apparatus. A. A Convenient Arrangement of the Kohlrausch-Ostwald Conductivity Cell. B. On a Modified Form of the Ostwald Burette-Calibrator. Chem. News 85, 76—77, 1902.
Harry C. Jones. Die Moleculargewichte gewisser Salze in Aceton. Amer. Chem. Journ. 27, 16—22, 1902. [Chem. Centralbl 1902, 1, 450—451.
G. Oddo. Determinazione del peso molecolare col metodo ebullioscopico nelle sostanze volatili. Comportamento di alcune cloroanidridi inorganiche. Lincei Rend. (5) 11 [1], 130—137, 1902.
W. R. Innes. The Influence of Temperature on Association in Benzene Solution and the Value of the Molecular Rise of Boiling-point for Benzene at Different Temperatures. Chem. Soc., Febr. 6, 1902. [Chem. News 85, 93—94, 1902.
Ernst Cohen. The Enantiotropy of Tin. Proc. Amsterdam 4, 377—378, 1902.
Ch. Ed. Guillaume. Travaux récents sur les gaz de l'atmosphère: Recherches de M. J. Dewar et de MM. Ramsay et Travers. Soc. Franç. de Phys. Nr. 175, 3, 1902.
De Forcrand et Fonzes-Diacon. Comparaison entre les propriétés de l'hydrogène sélénié et celles de l'hydrogène sulfuré. C. R. 134, 281—283, 1902.
P. Eitner. Untersuchungen über die Explosionsgrenzen brennbarer Gase und Dämpfe. Schilling's Journ. f. Gasbel. 45, 112—115, 1902. (Schluss des 1. Abschn.)
Raoul Pictet. Zur mechanischen Theorie der Explosivstoffe (Schluss). ZS. f. compr. u. flüss. Gase 5, 153—157, 1902.

3a. Krystallographie.

William Campbell. Microscopical examination of alloys of copper and tin. Nature 65, 354—355, 1902.

J. Samoiloff. Beiträge zur Krystallographie des Baryts (Resumé). Bull. Soc. Imp. des Natural. Moscou 1902, 249—263.
A. Amerio. Sui cristalli liquidi del Lehmann. Cim. (5) **2**, 281—297, 1901.

4. Mechanik.

P. Appell. Cours de mécanique, à l'usage des candidats à l'École centrale des arts et manufactures. 275 S. Paris, Gauthier Villars, 1902.
Émile Picard. Quelques réflexions sur la Mécanique, suivies d'une première Leçon de Dynamique. Paris, Gauthier-Villars, 1902.
Georg Reinhardt. Meine Schwerkrafthypothese. 8 S. 1902.
Le Sage. The Le Sage Theory of gravitation. From the Smithsonian Report for 1898. Washington, government printing Office, 1900.
A. Mayer. Zur Theorie der gleitenden Reibung. Leipz. Ber. **53**, 235—318, 1901.
Gustav Benischke. Ueber Resonanzerscheinungen. S.-A. Elektrot. ZS. **23**. 5 S. 1902.
Georg Schlee. Resonanzerscheinungen in elektrischen Messinstrumenten. Elektrot. ZS. **23**, 186, 1902.

5. Hydromechanik.

H. S. Hele-Shaw. The motion of a perfect liquid. From the Smithsonian Report for 1899. Washington, government printing Office, 1901.

6. Aeromechanik.

C. K. Aird. Ueber die Luftreibung am Spiegel der Ströme. ZS. Archit. **47**, 463—486, 1901.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

J. Muir. On the Tempering of Iron hardened by Overstrain. Phil. Trans. 31 S. 1902.

7b. Capillarität.

P. Duhem. Sur certains cas d'adhérence d'un liquide visqueux aux solides qu'il baigne. C. R. **134**, 265—267, 1902.
Ph. A. Guye et F. Louis Perrot. L'influence de la vitesse d'écoulement et de la durée de formation des gouttes sur leur poids. Soc. de phys. de Genève, 19. Dec. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **13**, 80—82, 1902.
Leo Grumnach. Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung flüssiger Luft. 73. Naturf.-Vers. Hamburg, 1901. [Phys. ZS. **3**, 217—219, 1902.

7c. Lösungen.

H. W. Bakhuis Roozeboom. Saline solutions with two boiling points and phenomena connected therewith. Proc. Amsterdam **4**, 371—377, 1902.
B. D. Steele and R. B. Denison. The Transport Number of very Dilute Solutions. Chem. Soc., Febr. 6, 1902. [Chem. News **85**, 94, 1902.
K. Drucker. Zur Frage der Auflösungsgeschwindigkeit. Antwort an die Herren Bruner und Tolloczko. ZS. f. anorg. Chem. **29**, 459—463, 1902.
J. Joly. On sedimentation experiments and theories. Roy. Dublin Soc. December 18, 1901. [Nature **65**, 359, 1902.

7d. Diffusion.

7e. Absorption und Adsorption.

G. Levi. Absorption von Gasen in organischen Lösungsmitteln und in Lösungen von organischen Lösungsmitteln. Gazz. chim. ital. 31 [2], 513—541, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 451.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

Eduard Riecke. Zu meiner Notiz „Schwebungen bei erzwungener Schwingung“. Phys. ZS. 3, 201—202, 1902.

Bergen Davis. On a miniature anemometer for stationary sound waves. Sill. Journ. 13, 129—132, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

A. Cornu. The wave theory of light. From the Smithsonian Report for 1899. Washington, government printing Office, 1901.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

E. Hagen und **H. Rubens.** Das Reflexionsvermögen einiger Metalle für ultraviolette und ultrarothe Strahlen. ZS. f. Instrk. 22, 42—54, 1902.

F. J. Micheli. L'influence de la température sur les indices de réfraction des corps solides transparents. Soc. de phys. de Genève, 19. Dec. 1901. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 82—87, 1902.

H. Schmidt. Die Herstellung von Silberspiegeln. Phot. Mitth. 38, 109—111, 117—120, 1901.

G. Marpmann. Die Bestimmung der Refraction von Flüssigkeiten bei höherer Temperatur. ZS. f. angew. Mikrosk. 6, 268—273, 1901.

W. H. Julius. Note on the Anomalous Dispersion of Sodium Vapour. S.-A. Proc. Roy. Soc. 2 S. 1902.

H. Ebert. Die anomale Dispersion glühender Metalldämpfe und ihr Einfluss auf Phänomene der Sonnenoberfläche. Astr. Nachr. 155, 177—182, 1901.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

E. Haschek. Spectralanalytische Studien. 2. Mitth. Wien. Anz. 1902, 22.

W. N. Hartley. Notes on Quantitative Spectra of Beryllium. Roy. Soc., Dec. 5, 1901. [Sill. Journ. 13, 156—159, 1901.

13. Photometrie.

O. Lummer. Ein Photometer zur Messung der Helligkeit benachbarter Theile einer Fläche. (Interferenz-Photo- und -Pyrometer.) 73. Naturf.-Vers. Hamburg, 1901. [Phys ZS. 3, 219—222, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Henry Carrington Bolton. An experimental Study of radio-active substances. From the Smithsonian Report for 1899. Washington, government printing Office, 1901.

E. Rutherford und **F. Soddy.** Eine Untersuchung der durch Thoriumverbindungen hervorgebrachten radioactiven Ausstrahlung. Proc. Chem. Soc. 18, 2—5, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 511—513.
K. A. Hofmann und **V. Wölfl.** Ueber das radioactive Blei. Chem. Ber. 35, 692, 1902.
F. Giesel. On radio-active lead. Chem. News 85, 89—90, 1902.
E. Rutherford. Uebertragung erregter Radioactivität. Phys. ZS. 3, 210—214, 1902.

15 a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

C. Barus. On Geometric sequences of the Coronas of Cloudy Condensation, and on the Contrast of Axial and Coronal Colors. Sill. Journ. 13, 81—94, 1902.

15 b. Drehung der Polarisationsebene.

15 c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

C. Klein. Optische Studien. II. Berl. Ber. 1902, 104—119.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

P. Villard. Sur une propriété nouvelle des corps traités par l'ozone. Soc. Franç. de Phys. Nr. 175, 2—3, 1902.
G. H. Niewenglowski. Progress in color Photography. From the Smithsonian Report for 1898. Washington, government printing Office, 1900.

17. Physiologische Optik.

R. v. Oppolzer. Zur Farbentheorie Young's. Wien. Anz. 1902, 32—34.
Georges Lechalas. The perception of light and color. From the Smithsonian Report for 1898, Washington, government printing Office, 1900.

18. Optische Apparate.

C. Pulfrich. Neue Form des Wernicke'schen Flüssigkeitsprismas. ZS. f. Instrk. 22, 41—42, 1902.
W. Scheffer. Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. V u. 114 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1902. (Aus Natur und Geisteswelt.)
Das grosse Fernrohr zu Treptow bei Berlin. (Schluss.) Der Mechaniker 10, 37—39, 1902.

IV. Wärmelehre.

19 a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

E. H. Griffiths. The Thermal Measurement of Energy. Lectures delivered at the Philosophical Hall, Leeds. VIII u. 133 S. Cambridge, University Press, 1901.

19 b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

Ph. A. Guye et **Ed. Mallet.** Recherches expérimentales sur la mesure des constantes critiques. Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 30—40, 1902.

19 c. Kinetische Theorie der Materie.

G. Jaeger. Die Energie der fortschreitenden Bewegung der Flüssigkeitsmolekeln. Wien. Ber. 110 [2a], 1141—1145, 1901.

19 d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

Hallock. Form of recording thermometer. New York Acad. of Scs. 6 Jan 1902. [Science (N. S.) 15, 230, 1902.

A. Kühn. Praktische Winke zur Beurtheilung von Thermometern ohne amtlichen Prüfungsschein für wissenschaftliche und technische Zwecke. Chem.-Ztg. 26, 106—107, 1902.

Rudolf Rothe. Ueber einen Thermostaten für tiefe Temperaturen und seine Anwendung bei der Vergleichung von Thermoelementen. ZS. f. Instrk. 22, 33—40, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

W. Louguinine et **A. Schukareff.** Etude thermique de quelques alliages entre zinc et aluminium et cuivre et aluminium pris en proportion definie. Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 5—29, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

James Dewar. The specific volumes of oxygen and nitrogen vapour at the boiling-point of oxygen. Roy. Soc. London 23. Jan. 1902. Chem. News 85, 73—75, 1902.

J. Dewar. Liquid Hydrogen. From the Smithsonian Report for 1898. Washington, government printing Office, 1900.

23. Calorimetrie.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

24b. Wärmestrahlung.

C. E. Guillaume. The extreme infra-red radiation. From the Smithsonian Report for 1898. Washington, government printing Office, 1900.

O. Dechant. Ueber die Aenderung der Diathermansie von Flüssigkeiten mit der Temperatur. Wien. Anz. 1902, 22.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Reginald Fessenden. Recent progress in practical and experimental electricity. Bull. Phil. Soc. Washington 14, 167—178, 1901.

N. E. Gilbert. Ether, Matter and Electricity. Terr. Magn. December 1901. [Electrician 48, 656, 1902.

Möller. Dreh- und Centralschwingung in Beziehung zu Magnetismus und Elektricität. 73. Naturf.-Vers. Hamburg, 1901. [Phys. ZS. 3, 216—217, 1902.

Oliver Heaviside. Electromagnetic theory. 127. Electrician 48, 657—659, 1902.

L. D. Broglie. Application des galvanomètres thermiques à l'étude des ondes électriques. C. R. 134, 349—352, 1902.

Charles Nordmann. Recherche des ondes hertziennes émanées du Soleil. C. R. 134, 273—275, 1902.

Ernesto Drago. Ricerche sul comportamento del coherer nel campo magnetico. Cim. (5) 2, 319—321, 1901.

Edouard Branly. Radioconducteurs à contact unique. C. R. 134, 347—349, 1902.

A. Slaby. Die wissenschaftlichen Grundlagen der Funkentelegraphie. Elektrot. ZS. **23**, 165—169, 1902.
G. Claude. Discussion sur la télégraphie sans fil. Soc. intern. des électr. 5. Février 1902. [Éclair. électr. **30**, 250—254, 1902.
W. E. Preece. Signaling through space without wire. From the Smithsonian Report for 1898, Washington, government printing Office, 1900.
J. Kossonogoff. Zur Frage der Dielektrika. Habilitationsschrift Kiew, 1901. [Phys. ZS. **3**, 207—208, 1902.
G. Ercolini. Variazione della costante dielettrica del cauciu con la trazione meccanica. Cim. (5) **2**, 297—300, 1901.

26. Quellen der Elektricität.

27. Elektrostatik.

Josef Nabl. Ueber die elektrostatischen Ladungen der Gase, die an der activen Elektrode des Wehnelt-Unterbrechers auftreten. Wien. Anz 1902, 23.
Emilio Pasquini. Sopra un elettrometro assoluto; misura dei potenziali di scarica. Cim. (5) **2**, 302—312, 1901.

28. Batterieentladung.

29. Galvanische Ketten.

W. R. Cooper. Primary Batteries; their theory, construction and use. 330 S. London, 1901.
Carl Fredenhagen. Zur Theorie der Oxydations- und Reductionsketten. ZS. f. anorg. Chem. **29**, 396—458, 1902.
E. Baur. Die Stickstoff-Wasserstoff-Gaskette. ZS. f. anorg. Chem. **29**, 305—325, 1902.
J. Chaudier. Variation de la force électromotrice et du coefficient de température de l'élément Daniell avec la concentration du sulfate de zinc. C. R. **134**, 277—279, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

F. Lubberger. Vagabundirende Ströme. Elektrot. ZS. **23**, 186, 1902.
Emil Ziehl. Verminderung der Erdströme bei mit Wechselstrom betriebenen Ueberlandbahnen mit Schienenrückleitung. Elektrot. ZS. **23**, 145—147, 1902.
Ino. Gott. A perfect Wheatstone bridge. Electrician **48**, 703—704, 1902.
Erich Marx. Ueber ein Hochfrequenz-Messgeräth zur Bestimmung von Periode, Capacität und Selbstinduction eines Entladungskreises. Leipz. Ber. **53**, 437—442, 1901.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

E. Vigneron. Mesures électriques. Essais industriels. 171 S. Paris, 1902.
H. C. Parker. Variation of Contact Resistance with Change of Electromotive Force. New York Acad. of Sc. 6. Jan. 1902. [Science (N. S.) **15**, 230, 1902.
W. F. Barett and **Mr. W. Brown.** The conductivity and magnetic properties of alloys of iron. Electrician **48**, 689—691, 1902.
A. Pochettino. Sulla conducibilità elettrica dei vapori d'ipoazotide. Cim. (5) **2**, 322—327, 1901.

32. Elektrochemie.

A. Franchetti. Capacitá di polarizzazione e dissipazione di energia di alcuni voltametri sottoposti a correnti alternate. Cim. (5) **2**, 312—318, 1901.
B. D. Steele. Measurement of Ionic Velocities. Existence of Complex Ions. London, Dulau, 1902.

L. Spiegel. Ueber Neutralaffinitäten. ZS. f. anorg. Chem. 29, 365—370, 1902.
P. Walden. Ueber anorganische Lösungs- und Ionisirungsmittel. ZS. f, anorg. Chem. 29, 371—395, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

William Crookes. The stratifications of hydrogen. Roy. Soc. Febr. 6, 1902. [Chem. News 85, 85—87, 97—100, 1902. [Nature 65, 375—378, 1902. Electrician 48, 702—703, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

Alfred Parzer-Mühlbacher. Ueber Röntgenröhren. Phot. Mitth. 38, 233—238, 1901.

36. Magnetismus.

Philip E. Shaw and **S. C. Laws.** The magnetic expansion of iron and steel. Electrician 48, 699—702, 1902.
W. F. Barrett and **W. Brown.** The conductivity and magnetic properties of alloys of iron. Inst. Electr. Engin. 13. Febr. 1902. [Electrician 48, 689—691, 1902.
Anton Abt. Nachweis und Bestimmung des magnetischen Zustandes einiger Erze. Sitzber. med. naturw. Sect. d. siebenb. Karpathenver. 22, 7—11, 39, 40, 1900.
G. F. C. Searle and **T. G. Bedford.** Measurement of Magnetic Hysteresis. 62 S. London, Dulau, 1902.
H. Pellat. Tubes de force d'un champ magnétique rendus visibles par les rayons cathodiques. C. R. 134, 352—355, 1902.
A. Cornu. Remarques au sujet de la communication de M. Pellat. C. R. 134, 355, 1902.
Hallock. Magnetic deflection of Long Steel Wire Plumb-lines. New York Akad. of Sc. 6. Jan. 1902. [Science (N. S.) 15, 230, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Augusto Righi. Ancora sulla questione del campo magnetico generato dalla convezione elettrica. S.-A. 12 S. Rend. Bologna, 1902.

38. Elektrodynamik. Induction.

R. Manzetti. Sull' uso dell' elettrodinamometro nella misura dei coefficienti d'induzione mutua. Cim. (5) 2, 327—333, 1901.
J. W. Giltay. The effect of the induction coil in telephonic apparatus. 1. part. Proc. Amsterdam 4, 357—370, 1902.
J. W. Giltay. The effect of the induction coil in telephonic apparatus. 2. part. Proc. Amsterdam 4, 400—411, 1902.
G. E. Bonney. Induction coil. Practical Manual for Amateur Coil Makers. 2. ed. Extra Chapter on Coils specially constructed for Radiography. 248 S. London, Whittaker, 1902.
J. J. Taudin Chabot. Das rotirende Magnetfeld, eine verallgemeinerte Methode seiner Erzeugung und das „Drehfeld im Raume". Phys. ZS. 3, 215—216, 1902.

39. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Frank W. Very. A Cosmic Cycle. Sill. J. **13**, 74, 97—114, 1902.

1B. Planeten und Monde.

A. K. Bartlett. La lune sèche et la lune humide. Ciel et terre, Bruxelles **22**, 433—437.

Ch. André et **M. Luizet.** Véritable valeur de la période de variation lumineuse d'Éros. C. R. **132**, 11, 665—667, 1901.

J. J. Landerer. Sur la théorie des satellites de Jupiter. C. R. **132**, 299—301, 1901.

1C. Fixsterne und Nebelflecken.

Dr. **J. Holetscheck.** Ueber den Helligkeitseindruck von Sternhaufen. Wien. Anz. **24**, 270—271, 1901.

F. S. Archenhold. Nebelmassen um den neuen Stern im Perseus und ihre Bewegung. Das Weltall **2**, 5, 70—71, 1901.

W. H. Robinson. Comparison of Photographic and Visual Magnitudes of the New Star in Perseus. Month. Not. **62**, 3, 193—199, 1901.

A. Stanley Williams. Period and Light Curve of 6685 Y Lyrae. Month. Not. **62**, 3, 200—208, 1902.

A. Berberich. Die Doppelsterne. Das Weltall **2**, 7, 85—88, 1902.

A. Berberich. Die spectroskopischen Doppelsterne. Das Weltall **2**, 10, 113—118, 1902.

1D. Die Sonne.

H. Deslandres. Sur la photographie de la couronne solaire dans les éclipses totales. C. R. **132**, 6, 296—299, 1901.

Ciro Chistoni. Misure pireliometriche fatte a Sestola nell' estate del 1901. Lincei Rend. (5) **11** [1] 77—84, 1902.

Dr. **C. Hillebrand.** Ueber die gleichzeitige Sichtbarkeit der Sonne und des total verfinsterten Mondes im allgemeinen und speciell bei den zwei Mondfinsternissen des Jahres 1902. Wien. Anz. **24**, 263—270, 1901.

Charles Nordmann. Recherche des ondes hertziennes émanées du Soleil. C. R. **134**, 5, 273—275, 1902.

1E. Kometen.

1F. Meteore und Meteoriten.

W. F. Denning. The Leonid Shower of 1901. Nature **65**, 1684, 332—333, 1902.

The November Meteors. Month. Weather Rev. **29**, 11, 509, 1901.

Chevalier. Un météore sur l'Ocean Indien. Ann. soc. mét. de France **50**, Janvier 20, 1902.

Gottfried Klein. Der Veramin-Meteorstein im Palaste des Schah von Persien. Das Weltall **2**, 8, 100—103, 1902.

H. A. Ward. Veramin-Meteorite. Amer. Journ. 453—459, 1901.

1G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

M. Dechevrens. Calcul des séries de Fourier ou de Bessel appliquées à la Météorologie. Mem. dei Linc. 17, Roma, 1901.

Geology and Meteorology. Nature 65, 32—33.

H. Helm Clayton. Meteorology. (Agricultural Yearbook). Popular Science Monthly, Lancaster, 60, 186.

Robert De C. Ward. Some Economic Aspects of the Heat and Drought of July 1901 in the United States. Bull. Amer. Geogr. Soc., New York, 33, 338—348.

H. Helm Clayton. The Effect of Secular Cooling and Meteoric Dust on the Length of the day. Science Monthly Lancaster 60, 190—191.

John Milne. Meteorological phenomena in relation to changes in the vertical. Quart. J. 28, 121, 9—17, 1902.

Dr. **P. Polis.** Die klimatischen Verhältnisse Deutschlands in ihrer Einwirkung auf die Lebens- und Erwerbsverhältnisse. Mit 2 Karten, 6 Textfiguren und 12 Tabellen. Handb. Wirthschaftsk. Deutschlands 1, 1901.

R. C. Mossmann. New Highland Meteorological Station. Symons' Met. Mag. London 36, 157—159.

The Observatory of Mont Blanc. Nature 65, 31—32.

Cheux. Résumé des observations météorologiques faites à l'observatoire de la Baumette (près Angers) de 1890 à 1901. In-8°, 39 pp. Angers, Germain et Grassin, 1901.

R. Gautier. Résumé météorologique de l'année 1900 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Arch. sc. phys. 107, 1, 55—74, 1902.

E. Roger. Résumé des observations météorologiques faites à Châteaudun en 1901. Ann. soc. mét. de France 50, Janvier 19, 1902.

W. N. Shaw. Some seasonal variations in the British Isles. Nature 65, 68—69.

Alfred J. Henry. The Weather of the Month. Month. Weather Rev. 29, 11, 513, 1901.

Dr. **S. Figee.** Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia, publ. by order of the Government of Netherland's India. Vol. 22, part II, containing the results of magnetical observations during the period 1882—1899. Batavia, 1901. 1 fasc. in-fo.

Die Witterung an der deutschen Küste im December 1901. Ann. d. Hydr. 30, 2, 93—96, 1902.

W. von Bezold. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1899. Veröffentlichungen des Kgl. Preuss. Meteorologischen Instituts. Berlin, 1901.

Meteorologisches Bureau in Sarajevo. Zusammenstellung der in den Jahren 1896, 1897, 1898 in Bosnien und der Hercegovina stattgefundenen Beobachtungen. Wien 4°. Wien. Anz. 24, 271, 1901.

E. Pini. Riassunto delle Osservazioni meteorologiche eseguite nel R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano nell' anno 1900. 4. 45 p. Milano, 1901.

Stefan E. Hepites. Analele Institutului Meteorolgic al Romaniei. Tomul 15, Anul 1899. Ministerul Agriculturei, Industriei, Commerciului, Şi Domeniilor. Institutul Meteorologic al Romaniei. Bucuresci, 1901.

Stefan E. Hepites. Boletinul Lunar al Observaţiunilor Meteorologice din Romania. Anul 9, 1900. Ministerul Agriculturei, Industriei, Commerciului, Şi Domeniilor. Institutul Meteorologic. Bucuresci 1901.

Alex Buchan. Report of the Committee of the British Association on Meteorological Observations on Ben Nevis for 1900. Symons' Met. Mag. 36, 160—163.

Juan de Dios Moratorio. Observatorio del Colegio Tio de Villa Colon. El ano meteorologico 1898—1899 y 1899—1900. Montevideo, 1901.

Second Mexican Meteorological Congress. Month. Weather Rev. **29**, 11, 512, 1901.

Mauritius Meteorological Society. Proc. and Trans. Met. Soc. Mauritius 1896—1900. **1**. New Series.

Establishment of the Martinique Weather Service. Month. Weather Rev. **29**, 11, 512, 1901.

Prof. **Hergesell.** Veröffentlichungen der internationalen Commission für wissenschaftliche Luftschiffahrt. Beobachtungen und Ergebnisse der Auffahrten mit bemannten und unbemannten Ballons am 8. November 1900. 10. internationale Fahrt. 4⁰. 39 S., 2 Taf. Strassburg, 1901.

H. Hergesell. Traduit par M. Ch. Gouteran. Les ascensions scientifiques de Berlin. Ann. soc. mét. de France **50**, Janvier 5—14, 1902.

R. Süring. Die Ergebnisse der Berliner wissenschaftlichen Luftfahrten. Himmel und Erde **14**, 49—70, 1901.

J. Partsch. Luftfahrten im Dienste der Wissenschaft. Breslau, 1901. [S.-A. der Schlesischen Zeitung. 15 S. 8°.

Otto Baschin. Das aëronautische Programm der Südpolarexpeditionen. Illustr. Aëron. Mitth. **1**, 22—23, 1902.

L. Teisserenc de Bort. Etudes des variations des éléments météorologiques dans l'atmosphère. C. R. **134**, 4, 253—256, 1902.

L. Teisserenc de Bort. Etude sur la température et ses variations dans l'atmosphère libre d'après les observations recueillies par 100 ballons-sondes. Annals du Bur. Centr. Météor. de France. Année 1897, **1**, C 1—C 34.

Frans Linke. Die elektrische Ladung des Luftballons. Illustr. Aëron. Mitth. **1**, 34—39, 1902.

A. L. Rotch. A meteorological ballon ascension at Strassburg, Germany. U. S. Month. Weather Rev. **29**, 298—299, 1901.

A. Lawrence Rotch. The exploration of the atmosphere at sea by means of kites. Quart. J. **28**, 121, 1—6, 1902.

W. Prinz. Nouveau mode d'emploi du cerf-volant pour les recherches météorologiques. Ciel et terre, Bruxelles **22**, 455—456.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

Lord **Rayleigh.** Spectroskopische Bemerkungen betreffend die Gase der Atmosphäre. Phil. Mag. (6) **1**, 100—105, 1901.

R. C. Mossmann. The study of London fog. Symons' Met. Mag. London **36**, 159.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

J. Valentin. Der tägliche Gang der Lufttemperatur in Oesterreich. Denkschr. d. Wien. Akad. **73**, 133—229, 1901.

W. N. Shaw. On the seasonal variation of atmospheric Temperature in the British Isles and its relation to wind-direction, with a note on the Effect of sea temperature on the seasonal variation of air temperature. Proc Roy. Soc. **68**, 61—85.

E. F. Nichols and **G. F. Hull.** A Preliminary Communication on the Pressure of Heat and Light Radiation. Phys. Rev. Lancaster **13**, 307—320.

C. Buhrer et **Henri Dufour.** Observations actinométriques. Arch. sc. phys. **106**, 4, 412—415, 1901.

Claxton. Registration of bright sunshine at the royal Alfred observatory, Mauritius. Proc. Trans. Met. Soc. of Mauritius **1**. New Series.

2 D. Luftdruck.

G. Guglielmo. Sulla misura delle variazioni e del valore assoluto della pressione atmosferica mediante il ludione. Lincei Rend. (5) **11** [1], 70—77, 1902.

E. R. Taylor. Barograph trace during typhoon, August 2—3, 1901. Quart. J. 28, 121, 39, 1902.

2 E. Winde und Stürme.

L. E. Dinklage. Schwere Stürme neuerer Zeit im Südatlantischen Ocean. Ann. d. Hydr. 30, 2, 70—76, 1902.

J. Eliot. Cyclonic Storms in the Bay of Bengal. Handbook of Cyclonic Storms in the Bay of Bengal, for the use of Sailors. 1890.

The Equinoctial Storm. Month. Weather Rev. 29, 11, 508—509, 1901.

Hourly velocity of the wind at Rousdon. Quart. J. 28, 121, 36—37, 1902.

2 F. Wasserdampf.

P. C. Trebeck of Sydney, New South Wales. Cloud Photograph. Quart. J. 28, 121, 41, 1902.

Perlmutterwolken. Das Weltall 2, 10, 119—120, 1902.

2 G. Niederschläge.

Prof. Dr. **G. Hellmann.** Regenkarte der Provinzen Brandenburg und Pommern, sowie der Grossherzogthümer Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz. 1 : 1750000. 22,5 × 29,5 cm. Farbendr. Mit erläut. Text u. Tab. gr. 8°. (39 S.) Berlin, D. Reimer, 1901.

Alfred Angot. Contribution à l'étude du Régime Pluviométrique de la France. Ann. soc. mét. de France 50. Janvier 1—5, 1902.

M. Sebillaut. Sur une chute de pluie observée à Teriers (Manche). C. R. 134, 5, 324—325, 1902.

Prof. **Mark. S. W. Jefferson.** The Reduction of Records of Rain Gages. Month. Weather Rev. 29, 11, 499—500, 1901.

H. S. Chandler. Hailstorm on the St. Lawrence. Month. Weather Rev. 29, 11, 506—507, 1901.

Chevalier. Grêle à Port-Saïd. Ann. soc. mét. de France 50, Janvier 19, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

P. Coeurdevache. Électricité atmospherique. La Nature Paris 29, 427—428.

Hans Geitel. Ueber die Anwendung der Lehre von den Gasionen auf die Erscheinungen der atmosphärischen Elektricität. Vortrag mit ergänzenden Zusätzen und Litteraturnachweisen versehen (27 S.). 8°. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1901.

A. Gockel. Beobachtungen des elektrischen Zerstreuungsvermögens der Atmosphäre und des Potentialgefälles im südlichen Algier und an der Küste von Tunis. Phys. ZS. 3, 208—210, 1902.

J. Fényi. Sur un appareil pour l'enregistrement automatique des décharges de l'atmosphère. C. R. 134, 4, 227—228, 1902.

J. J. Landerer. Sur l'observation galvanométrique des orages lointaines. C. R. 134, 5, 279—280, 1902.

W. Prinz. Coup de foudre intéressant. Ciel et terre, Bruxelles 22, 456.

C. Grover. Damage by lightning at Higher Brookland, Devon, June 30, 1901. Quart. J. 28, 121, 27—28, 1902.

2 J. Meteorologische Optik.

C. Barus. On Geometric Sequences of the Coronas of Cloudy Condensation, and on the Contrast of Axial and Coronal Colors. Sill. J. 13, 74, 81—94, 1902.

Rollo Russell. Further observations and conclusions in relation to atmospheric transparency. Quart. J. 28, 121, 19—23, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

R. A. Edwin. On the mechanical principle of atmospheric circulation. Quart. J. 28, 121, 33, 1902.

Oliver L. Fassig. The Westward Movement of the Daily Barometric Wave. Month. Weather Rev. 29, 11, 495—496, 1901.

2 M. Praktische Meteorologie.

Dr. **Less**, Berlin. Neuere Vorschläge zur Vervollkommnung der Wettervoraussage. Nachr. aus dem Klub d. Landwirthe zu Berlin 438, 3921—3924, 3928—3934, 1901.

Prof. **E. B. Garriott.** Forecasts and Warnings. Month. Weather Rev. 29, 11, 489—490, 1901.

Signs and Weather. Month. Weather Rev. 29, 11, 508, 1901.

Eugene P. Lyle. Shooting away Hailstorms. Pearson's Magazine London Vol 12, 651—660.

G. Ritter. Sur le tir du canon préservatif de la grêle. Ann. soc. mét. de France 50, Janvier 17—18, 1902.

2 N. Kosmische Meteorologie.

Prof. **Wolf.** Relative frequency of sun-spots. Month. Weather Rev. 29, 11, 505—506, 1901.

Maxwell Hall. The Sun-Spot Period and the Temperature and Rainfall of Jamaica. Month. Weather Rev. 29, 11, 503—504, 1901.

Alex B. Mac Dowall and **Hugh Robert Mill.** The Moon and Rainfall. Symons's Met. Mag. 36, 165—167.

2 O. Meteorologische Apparate.

W. Prinz. De l'influence des courants de convection sur les indications d'instruments très mobiles. Ciel et terre, Bruxelles 22, 437—447.

Henry Carrington Bolton. Evolution of the Thermometer. 1592—1743. 8 vo. 98 pp. The Chemical Publishing Co., Easton Pa. U. S. A. 1900.

Emmanuel Legrand. Anémomètre electrique à indications à distance. C. R. 132, 6, 323, 1901.

2 P. Klimatologie.

Frederic William Harmer. Ueber den Einfluss der Winde auf das Klima während der pleistocänen Epoche; eine paläometeorologische Erklärung einiger geologischer Probleme. Ref.: Quart. J. Geol. Soc. 57, 405—478, 1901.

Periodicity in Climate. Month. Weather Rev. 29, 11, 511—512, 1901.

A. J. Drexel Biddle. The Land of Wine. Being an account of the Madeira Islands at the beginning of the Twentieth Century, and from a new point of view. Two vols. Philadelphia, 1901. 8 vo.

C. Buhrer. Etudes comparatives à la Haute-Savoie. Arch. sc. phys. 106, 4, 406—408, 1901.

Hugh Robert Mill. Extremes of Climate in the British Empire. Symons's Met. Mag. November, 167, 1901.

Alex Buchan. Climate of the British Empire 1900. Symons's Met. Mag. 36, 167—168.

Robert DeC. Ward. Notes on Climatology. Bul. Amer. Geogr. Soc. New York 33, 350—353.

James Berry. Climate and Crop Service. Month. Weather Rev. 29, 11, 492—495, 1901.

Mexican Climatological Data. Month. Weather Rev. 29, 11, 496, 1901.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3 B. Theorien der Erdbildung.

8 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

R. Spitaler. Die periodischen Luftmassenverschiebungen und ihr Einfluss auf die Lageänderungen der Erdaxe (Breitenschwankungen), Gotha. Peterm. Mitth. 1901. Lex. 8, 4 u. 51 S. Mit 1 Karte u. 2 Holzschnitten.

Major **S. G. Burrard.** R. E. Superintendent of the Trigonometrical Survey of India. The Attraction of the Himalaya Mountains upon the Plumb-line in India. Month. Not. 62, 3, 180—186, 1902.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

W. J. Sollas. Rate of increase of underground temperature. Geol. Mag. 502—504, 1901.

P. Heath. Observations of the Edinburgh Rock Thermometers. Trans. Roy. Soc. Edinb. 11, pt. i. Nr. 8.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

W. Volz. Die Anordnung der Vulcane auf Sumatra. Jahresber. schles. Ges. f. vaterl. Cultur. 4 S. 1901.

8 F. Erdbeben.

R. D. Oldham. The Periodicity of earthquakes. Geol. Mag. 449—452, 1901.

F. de Montessus de Ballore. Les Océans sismiques. Arch sc. phys. 106, 4, 389—404, 1901.

Emilio Oddone. Del Moto Relativo Nelle Onde Meccaniche Terrestri. Rivista di Fisica, Matematica e Scienze Naturali (Pavia) 1902.

Earthquak-Proof Buildings. Month. Weather Rev. 29, 11, 507—508, 1901.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Dr. **H. Fritsche.** Die tägliche Periode der erdmagnetischen Elemente. (47 autogr. S.) gr. 8⁰. St. Petersburg, 1902.

Alfred Angot. Sur la variation diurne de la déclinaison magnétique. C. R. 132, 6, 317—320, 1901.

E. Mathias. Calcul de la formule définitive donnant la loi de la distribution régulière de la composante horizontale du magnétisme terrestre en France au 1er janvier 1896. C. R. 132, 6, 320—322, 1901.

Manuel Moncada. La déclinaison magnétique dans les cartes topographiques. Memoir. y. revista de la Sociedad Cientifica „Antonio Alzate" 15, 313—317, 1900/1901.

F. Linke. Ueber den Einfluss des Erdmagnetismus auf den Gang von magnetisirten Chronometern. Das Weltall 2, 6, 78—80, 1901.

Dr. **Hermann Ebert.** Zusatz zu meinem Aufsatze „Magnetische Messungen im Ballon". Illustr. Aëro. Mitth. 1, 39—40, 1902.

Adam Paulsen. Annales de l'Observatoire Magnétiques de Copenhague. Institut Météorologique de Danemark. 1897/98.

Auroral Light. Month. Weather Rev. 29, 11, 512, 1901.

Alejandro Muxo. Auroras Polares. Revista de Ciencias Habana 1, 195—197.

8 H. Niveauveränderungen.

H. W. Pearson. Oscillations in the sea-level III. Geol. Mag. 253—265, 1901.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Chas T. Whitmell. The Severn Bore. Nature 65, 1685, 344, 1902.

3 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Félix Marboutin. Contribution à l'étude des eaux souterraines. Courbes isochronochromatiques. C. R. 132, 6, 365—368, 1901.

F. Marboutin. Sur la propagation des eaux souterraines. Nouvelle méthode d'emploi de la flourescine. Bull. soc. belge de Géol. 15, Mém. 214—228, 1901.

R. J. Redding. The temperature of water in wells. Month. Weather. Rev. 29, 11, 510—511, 1901.

H. Gravelius. Siedek's neue Geschwindigkeitsformel. ZS. f. Gewässerk. Leipzig 4, 165—169.

Aloys van Muyden. Le régime du lac Léman et de ses affluents, au cours de la période de decembre de 1890 à 1899. Arch. sc. phys. 106, 4, 408—410, 1901.

F. A. Forel. Quatre séries de sondages thermométriques devant Ouchy. Arch. sc. phys. 106, 4, 410—412, 1901.

H. Gravelius. Die Hydrographie in den Vereinigten Staaten. ZS. f. Gewässerk. Leipzig 4, 143—157.

Grandjeau. Observations sur les crues du Niger. Ann. soc. mét. de France 50, Janvier, 18—19, 1902.

3 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

W. J. McGee. Ice Caves and frozen Wells. National Geographic Magazine New York 12, 433—434.

L. E. Dinklage. Eistriften in südlichen Breiten in den letzten zwanzig Jahren. Ann. d. Hydr. 30, 2, 76—83, 1902.

E. Richter. Färbung der Gletscher der Ostalpen durch den Staubfall vom 10./11. März 1901. Centralbl. f. Mineral. 662, 1901.

E. de Martonne. Nouvelles observations sur la période glaciaire dans les Karpates méridionales. C. R. 132, 6, 360—363.

A. Berberich. Die astronomische Theorie des Alters der Eiszeit. Das Weltall 2, 8, 95—100, 1902.

Paul und Fritz Sarasin. Ueber die muthmaasslichen Ursachen der Eiszeit. Verh. naturf. Ges. in Basel 13, Heft 3, 16 S.

H. N. Dickson. Mean temperature at the atmosphere and the causes of glacial periods. The Geographical J. for November 1901.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel Reine Physik — **Richard Assmann** Kosmische Physik

I. Jahrg. **30. März 1902.** **Nr. 6.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 6 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 3. bis 19. März 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

W. Donle. Grundriss der Experimentalphysik. 2. Aufl. VII und 221 S. Stuttgart, Fr. Grieb, 1900.

Jacob Heussi. Leitfaden der Physik. 15. Aufl., bearb. von H. Weinert. Ausg. mit Anhang: „Grundbegriffe der Chemie". VIII u. 148 S. Berlin, O. Salle, 1901.

Mme. L. Margat-L'Hullier. Leçons de physique (Pesanteur; Chaleur) à l'usage des élèves de troisième année de l'enseignement secondaire des jeunes filles et des aspirantes au brevet supérieur. 2. éd. VI u. 276 S. Paris, Nony et Co., 1902.

A. Naccari. Lezioni di fisica sperimentale, redatte dal dott. O. Scarpa. I: Calore. 309 S. Torino, tip. lit. C. Giorgis, 1902.

W. Weiler. Physikbuch mit in den Text eingedruckten farbigen Abbildungen. Ein Lehrbuch der Physik für den Schulunterricht und zur Selbstbelehrung. 1. Magnetismus und Elektricität. X u. 290 u. XI S. Esslingen und München, J. F. Schreiber, 1901.

Max Wildermann. Naturlehre für den Unterricht an Mittelschulen und höheren Mädchenschulen, sowie für den Selbstunterricht. 3. Aufl. XII u. 144 S. Freiburg, Herder, 1901.

P. A. Baur. Steganographie und Telegraphie. Natur u. Offenb. **48**, 175—183, 1902.

Edmund Hoppe. Ein Beitrag zur Zeitbestimmung Herons von Alexandrien. 9 S. Progr. Nr. 815, Wilhelm-Gymn. Hamburg, 1902.

F. E. Blaise. A travers la matière et l'énergie. 337 S. Paris, Ch. Delagrave.

1b. Maass und Messen.

J. D. Everett. Illustrations of the C. G. S. System of Units, with Tables of physical Constants. 308 S. London, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

R. Menzel. Wandtafeln für den physikalischen Unterricht. 2. Aufl. In 30 Blättern. Breslau, E. Morgenstern, 1890 bis 1901.

P. Haack. Neuerung an Wasserstrahlluftpumpen. ZS. landw. Vers.-Wes. Oesterr. 5, 42—43, 1902.

W. A. Shenstone. Methods of Glass-Blowing and of Working Silica in the Oxy-Gas Flame. 4. ed. 106 S. London, Longmans, 1902.

Walter Burstyn. Regulirventil für flüssige Kohlensäure. Oesterr. Chem.-Ztg. 5, 1902.

Dioscoride Vitali. Simple Lecture Experiments to Demonstrate the Dissociation on Heating of the Chloride and other Salts of Ammonium. L'Orosi 24, 332—334, 1901. [Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 129—130, 1902.

2. Dichte.

Chas. T. Knipp. On the density and surface tension of liquid air. Phys. Rev. 14, 75—82, 1902.

3. Physikalische Chemie.

W. H. Perkin jun. and **Bevan Lean.** An introduction to Chemistry and Physics. London, Macmillan and Co.; New York, The Macmillan Company, 1901.

Clarence L. Speyers. The molecular Weights of some Carbon Compounds in Concentrated Solutions with Carbon Compounds as Solvents. Sill. Journ. (4) 13, 213—223, 1902.

S. Leduc. Champs de force moléculaires. C. R. 134, 423—425, 1902.

J. S. Lumsden. Das Gleichgewicht zwischen einem festen Körper und seiner gesättigten Lösung bei verschiedenen Temperaturen. Proc. Chem. Soc. 18, 31—32, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 622.

G. Bruni e **W. Meyerhoffer.** Sugli equilibri eterogenei fra cristalli misti di idrati salini isomorfi. Lincei Rend. (5) 11 [1], 185—190, 1902.

C. Pomeranz. Zur Kenntniss des Gleichgewichtes zwischen Dextrose und Maltose. Wien. Anz. 1902, 66.

J. P. Kuenen and **W. G. Robson.** Vapour-Pressures of Carbon Dioxide and of Ethane at Temperatures below 0° C. Phil. Mag. (6) 3, 149—158, 1902.

K. Stelzner. Ueber den Dampfdruck fester Körper. 25 S. Erlangen, 1901.

Stefan Meyer. Ueber die durch den Verlauf der Zweiphasencurve bedingte maximale Arbeit. Wien. Anz. 1902, 42.

John Alexander Mathews. Upon the constitution of binary alloys. Journ. Frankl. Inst. 153, 1—21, 1902.

E. Cohen. De Enantiotropie van het Tin. VII. Versl. Amsterdam 1902, 438—439.

Dimitri Beljankin. Allotropy of Tellurium. Journ. Russ. Phys. Chem. Soc. 33, 670—676, 1901. [Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 134, 1902.

J. W. Mellor und **W. R. Anderson.** Ueber die Vereinigung von Wasserstoff und Chlor. Theil IV: Der Draper-Effect. Proc. Chem. Soc. 18, 32, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 622.

3a. Krystallographie.

Alois Cathrein. Die Symmetrie im Reiche der Krystalle. Inauguralrede, gehalten in der Aula am 4. Nov. 1901 bei der Uebernahme des Rectorates der Universität Innsbruck. 22 S.

Heinrich Baumhauer. Ueber den Ursprung und die gegenseitigen Beziehungen der Krystallformen. Rectoratsrede, gehalten am 15. Nov. 1901 zur feierlichen Eröffnung des Studienjahres 1901/1902 der Universität Freiburg, Schweiz. 46 S.

Harold Hilton. A Comparison of various Notations employed in „Theories of Crystal-structure" and a Revision of the 280 Groups of Movements. Phil. Mag. (6) 3, 203, 1902.

La Vita nei cristalli: esposizione sommaria delle ricerche del prof. Otto von Schrön, pel dott. X. Y. 8 S. Roma, tip. di Giovanni Balbi, 1901.

Lord **Kelvin.** On the molecular dynamics of a crystal. Edinburgh Roy. Soc., January 20, 1902. [Nature **65**, 407, 1902.

Paul R. Heyl. Crystallization under electrostatic stress. Phys. Rev. **14**, 83—88, 1902.

G. Melizer. Ueber einige krystallographische Constanten des Korund. ZS. f. Kryst. **35**, 561—581, 1902.

F. Osmond und **G. Cartaud.** Ueber die Krystallisation des Eisens. Ann. d. Mines (9) **18**, 113—153. Paris, 1900. [ZS. f. Kryst. **35**, 658, 1902.

Ernst Sommerfeldt. Natürliche Aetzfiguren am Baryt. Centralbl. f. Min. 1902, 97—103.

4. Mechanik.

J. Bohn. Mechanik, Wärmelehre und Witterungskunde. Leitfaden der Physik für Wein- und Obstbau- und Landwirthschaftsschulen. VI und 106 S. Berlin, P. Parey, 1901.

Schwidtal. Technische Mechanik nebst einem Abriss der Festigkeitslehre für Bergschulen und andere technische Lehranstalten. 76 S. Leipzig, 1902.

Emile Picard. Quelques réflexions sur la mécanique suivies d'une première leçon de dynamique. 56 S. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

Karl T. Fischer. Neuere Versuche zur Mechanik der festen und flüssigen Körper. Mit einem Anhang über das absolute Maasssystem. Ein Beitrag zur Methodik des physikalischen Unterrichts. V und 68 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1902.

H. Petrini. Die Grenzwerthe der zweiten Abtheilung des Potentials einer einfachen Belegung. Öf. Svensk. Vet. Ak. Förh. **58**, 421—427, 1901.

H. Petrini. Stetigkeit und Unstetigkeit der Ableitungen des Potentials. Öf. Svensk. Vet. Ak. Förh. **58**, 633—647, 1901.

Ph. Furtwängler. Ueber die Schwingungen zweier Pendel mit annähernd gleicher Schwingungsdauer auf gemeinsamer Unterlage. Berl. Ber. 1902, 245—253.

G. Floquet. Sur le mouvement des membranes. C. R. du congr. des soc. sav. en 1901. Paris, Imp. nat., 1902.

A. Sommerfeld. Beiträge zum dynamischen Ausbau der Festigkeitslehre. Vortrag im Aachener Bezirksver. d. Ingen., Juli 1901. Phys. ZS. **3**, 266—271, 1902.

Emil Waelsch. Binäranalyse zur Rotation eines starren Körpers. Wien. Anz. 1902, 40—41.

5. Hydromechanik.

Ladislas Natanson. Sur la propagation d'un petit mouvement dans un fluide visqueux. Bull. de Cracovie, Januar 1902, 19—35.

R. Duhem. Sur l'impossibilité de certains regimes permanents au sein des fluides visqueux. C. R. **134**, 456—459, 1902.

6. Aeromechanik.

A. Battelli. Recherches sur la loi de Boyle appliquée à de très basses pressions. Ann. chim. phys. (7) **25**, 308—365, 1902.

F. Neesen. Bemerkung zu einem Aufsatz von Herrn Kahlbaum über Quecksilberluftpumpen. Ann. d. Phys. (4) **7**, 693—697, 1902.

Marey. Le mouvement de l'air étudié par la chromophotographie. Journ. de phys. (4) **1**, 129—135, 1902.

Carl Cranz. Anwendung der elektrischen Momentphotographie auf die Untersuchung von Schusswaffen. 26 S. Halle, W. Knapp, 1901.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

C. Bach. Elasticität und Festigkeit. Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmässige Grundlage. 4. Aufl. XXII und 650 S. Berlin, 1902.

A. Sommerfeld. Beiträge zum dynamischen Ausbau der Festigkeitslehre. Vortrag im Aachener Bezirksver. d. Ingen., Juli 1901. Phys. ZS. **3**, 266—271, 1902.

L. N. G. Filon. On the Elastic Equilibrium of Circular Cylinders under certain Practical Systems of Load. London, Dulau, 1902.

Lamb. On Boussinesq's problem. London Math. Soc., February 14, 1902. [Nature **65**, 406, 1902.

Lord **Kelvin.** A new specifying Method for Stress and Strain in an Elastic Solid. Phil. Mag. (6) **3**, 95—97, 1902.

Lord **Kelvin.** On the specification of stress and strain in the mathematical theory of elasticity. Edinburgh Roy. Soc., January 20, 1902. [Nature **65**, 407, 1902.

C. Somigliana. Sul principio delle immagini di Lord Kelvin e le equazioni dell' elasticità. Lincei Rend. (5) **11** [1], 145—154, 1902.

Emil Kohl. Ueber die Transversalschwingungen einer elastischen Kugel. Ann. d. Phys. (4) **7**, 516—553, 1902.

T. J. J'A. Bromwich. On the wave surface of a dynamical medium aeolotropic in all respects. London Math. Soc., February 14, 1902. Nature **65**, 406, 1902.

Lord **Rayleigh.** Some General Theorems concerning Forced Vibrations and Resonance. Phil. Mag. (6) **3**, 97—117, 1902.

J. R. Benton. An Experimental Method in the Flow of Solids and its Application to the Compression of a Cube of Plastic Material. Sill. Journ. (4) **13**, 207—210, 1902.

Stribeck. Kugellager für beliebige Belastungen. ZS. d. Ver. D. Ingen. 1901, Heft 3/4. [Phys. ZS. **3**, 245—247, 1902.

7b. Capillarität.

Harold Hilton. Note on Capillarity Constants of Crystal Faces. Phil. Mag. (6) **3**, 144—148, 1902.

Matthias Cantor. Zur Bestimmung von Capillaritätsconstanten. Ann. d. Phys. (4) **7**, 698—700, 1902.

Chas. T. Knipp. On the density and surface tension of liquid air. Phys. Rev. **14**, 75–82, 1902.

G. Quincke. Ueber unsichtbare Flüssigkeitsschichten und die Oberflächenspannung flüssiger Niederschläge bei Flüssigkeitsmembranen, Zellen, Colloiden und Gallerten. Ann. d. Phys. (4) **7**, 631—682, 1902.

7c. Lösungen.

Reginald B. Brown and **John Mc Crae.** The Solution Theory of Dyeing. Journ. Soc. Chem. Ind. **20**, 1092—1093, 1901. [Journ. Chem. Soc. **82**, Abstr. II, 128, 1902.

C. Pomeranz. Ueber die Löslichkeit der Salze optisch activer einbasischer Säuren. Wien. Anz. 1902, 66.

P. Ferchland. Ueber die Löslichkeit von Kaliumhydroxyd in Wasser. ZS. f. anorg. Chem. **30**, 130—133, 1902.

P. F. Frankland and **R. C. Farmer.** Liquid nitrogen peroxide as a solvent. Chem. Soc., 19. Febr. 1902. [Chem. News **85**, 131, 1902.

P. F. Frankland and **R. C. Farmer.** Note on liquid nitrogen peroxide as a solvent. Chem. Soc., 19. Febr. 1902. [Nature **65**, 430, 1902.

B. Roozeboom. Zoutoplossingen met tweërlei kookpunt en daarmee samenhangende verschijnselen. Versl. Amsterdam 1902, 350—357.

H. O. Jones and **O. W. Richardson.** Method for determining the concentration of hydrogen ions in solution. Cambridge Phil Soc., Febr. 3, 1902. [Nature **65**, 407, 1902.

G. Quincke. Ueber unsichtbare Flüssigkeitsschichten und die Oberflächenspannung flüssiger Niederschläge bei Niederschlagsmembranen, Zellen, Colloiden und Gallerten. Ann. d. Phys. (4) 7, 631—682, 1902.

7d. Diffusion.

7e. Absorption und Adsorption.

R. Schaller. Ueber Adsorptionsvorgänge und ihre Beziehungen zur analytischen und Agriculturchemie. ZS. f. angew. Chem. **14**, 1294—1296, 1901.

J. Alfred Wanklyn. On the Physical Peculiarities of Solutions of Gases in Liquids. Phil. Mag. (6) **3**, 346—348, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

Ernst Ruhmer. Ueber lautsprechende Telephone. Der Mechaniker **10**, 49—52, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

B. Hopkinson. On the Necessity for Postulating an Aether. Phil. Mag. (6) **3**, 123—126, 1902.

W. M. Hicks. On the Michelson-Morley Experiment, relating to the Drift of the Aether. Phil. Mag. (6) **3**, 9—42, 1902.

W. M. Hicks. The Michelson-Morley Experiment. Phil. Mag. (6) **3**, 256. 1902.

Knut Ångström. Das mechanische Aequivalent der Lichteinheit. Phys. ZS. **3**, 257—259, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

A. A. Michelson. The Velocity of Light. Phil. Mag. (6) **3**, 330—337, 1902.

J. D. Everett. Focal Lines and Anchor-ring Wave-fronts. Phys. Soc. London, Febr. 28, 1902. [Chem. News **85**, 115—116, 1902.

O. Orlandini. Osservazioni sopra l'effetto prismatico delle lenti discentrate. 3 S. S.-A. Atti R. Acc. dei Fisiocritici (4) **13**, 1901.

Orlando Orlandini. Sopra l'effetto prismatico delle lenti discentrate (2a nota). S.-A. 12 S. Clin. oculistica dell R. Univers. di Siena, 1901.

F. F. Martens. Ein Vorlesungsversuch über sphärische Aberration. Verh. D. phys. Ges. **4**, 41—42, 1902.

K. Strehl. Ueber Achromosie. Central-Ztg. f. Opt. u. Mech. **23**, 21, 1902.

Everett. Contributions to the Theory of the Resolving Power of Objectives. Phys. Soc. London, Febr. 28, 1902. [Chem. News **85**, 116, 1902.

R. W. Wood. The Anomalous Dispersion of Sodium Vapour. Phil. Mag. (6) **3**, 128—144, 1902.

R. W. Wood. The Absorption, Dispersion, and Surface Colour of Selenium. Phys. Soc. London, Febr. 28, 1902. [Chem. News **85**, 116, 1902.

R. W. Wood. Die anomale Dispersion von Natriumdampf. Phys. ZS. **3**, 230—233, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

F. Lindemann. Zur Theorie der Spectrallinien. Münch. Ber. 1901, 441—495.

R. W. Wood. The Absorption, Dispersion, and Surface Colour of Selenium. Phys. Soc. London, 28. Febr. 1902. [Chem. News **85**, 116, 1902.

W. Hardt. Spectroskopisches Verhalten und elektrische Leitfähigkeit des Kobaltchlorids in verschiedenen Lösungsmitteln. 41 S. Erlangen, 1901.

R. W. Wood. On the fluorescence and absorption-spectrum of sodium vapour. Phil. Mag. (6) **3**, 359—360, 1902.

Clive Cuthbertson. Arrangement of Bands in the First Group of the Positive Band-Spectrum of Nitrogen. Phil. Mag. (6) **3**, 348—353, 1902.

W. H. Julius. On the origin of double Lines in the spectrum of the chromosphere, due to anomalous dispersion of the light from the photosphere. Astrophys. Journ. **15**, 28—37, 1902.

A. Schmidt. Ueber die Doppellinien im Spectrum der Chromosphäre. Phys. ZS. **3**, 259—261, 1902.

Camichel et **Bayrac.** Études spectrophotométriques sur les indophénols. Journ. de phys. (4) **1**, 148—151, 1902.

13. Photometrie.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

C. Barus. The Behaviour of the Phosphorous Emanation in Spherical Condensers. Phil. Mag. (6) **3**, 80—91, 1902.

L. E. O. de Visser. Versuch einer Theorie über langdauernde Phosphorescenz besonders der Sulfide der alkalischen Erden. Rec. trav. chim. Pays-Bas **20**, 435—456, 1902. [Chem. Centralbl. 1902. **1**, 553—554.

R. W. Wood. On the fluorescence and absorption-spectrum of sodium vapour. Phil. Mag. (6) **3**, 359—360, 1902.

F. Henning. Ueber radioactive Substanzen. Ann. d. Phys. (4) **7**, 562—575, 1902.

E. Rutherford. Versuche über erregte Radioactivität. Phys. ZS. **3**, 254—257, 1902.

K. A. Hofmann and **F. Zerban.** On radio-active thorium. Chem. News **85**, 100—101, 1902.

William Crookes. Radio-Activity and the Electron theory. Chem. News **85**, 109—112, 1902. Royal Soc. Febr. 6, 1902. Nature **65**, 400—402, 1902. Electrician **48**, 777—779, 1902.

J. C. McLennan. On a kind of Radio-Activity imparted to certain Salts by Cathode Rays. Phil. Mag. (6) **3**, 195—203, 1902.

E. Rutherford und **S. J. Allen.** Erregte Radioaktivität und in der Atmosphäre hervorgerufene Ionisation. Phys. ZS. **3**, 225—230, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

F. F. Martens. Erzeugung von Fresnel'schen Interferenzstreifen mittels eines rechtwinkligen Prismas. Verh. D. phys. Ges. **4**, 43—44, 1902.

Maurice Hamy. Sur les propriétés des franges de réflexion des lames argentées. C. R. **134**, 443—446, 1902.

H. S. Allen. The Effect of Errors in Ruling on the Appearance of a Diffraction Grating. Phil. Mag. (6) **3**, 92—95, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

H. Pellat. Die specifische Drehung des Zuckers und ihre Aenderung mit der Temperatur und der Wellenlänge. Ver. Rübenzucker-Ind. 1902, 1. bis 3. Januar. [Chem. Centralbl. **1**, 576, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

A. Cornu. Détermination des trois paramètres optiques principaux d'un cristal, en grandeur et en direction, par le réfractomètre. Journ. de phys. (4) **1**, 136—147, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

R. F. D'Arcy. Decomposition of hydrogen peroxide by light. Cambridge Phil. Soc. Febr. 3, 1902. [Nature **65**, 406—407, 1902.

R. F. D'Arcy. The Decomposition of Hydrogen Peroxide by Light, and the Electrical Discharging Action of this Decomposition. Phil. Mag. (6) **3**, 42—52, 1902.

Oscar Gros. Ueber die Lichtempfindlichkeit des Fluoresceïns, seiner substituirten Derivate, sowie der Leukobasen derselben. 40 S. Diss. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1901.

Frederic E. Ives. The half-tone trichromatic process. Journ. Frankl. Inst. **153**, 43—50, 1902.

G. Aarland. Die modernen Illustrationsverfahren und die photographische Optik. ZS. f. Reprod. Techn. 4, 5—6, 1902.

17. Physiologische Optik.

18. Optische Apparate.

K. Strehl. Ueber Luftschlieren und Zonenfehler. Phys. ZS. 3, 238, 1902

C. Hartwich. Ueber ein paar Mikroskopokulare mit Messvorrichtung Central-Ztg. f. Opt. u. Mech. 23, 11—12, 1902.

Tine Tamines. Eine elektrische Mikroskopirlampe. ZS. f. wiss. Mikrosk. 18, 280—285, 1901.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

J. Bohn. Mechanik, Wärmelehre und Witterungskunde. Leitfaden der Physik für Wein- und Obstbau- und Landwirthchaftsschulen. VI u. 106 S. Berlin, J. Parey, 1901.

Giov. Danieli. Calore e luce: pensieri. 28 S. Napoli, tip. Tocco e Salvietti, 1902.

Lord **Rayleigh.** On the Pressure of Vibrations. Phil. Mag. (6) 3, 338—346, 1902.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

S. H. Burbury. On Irreversible Processes and Planck's Theory in relation thereto. Phil. Mag. (6) 3, 225—240, 1902.

K. v. Wesendonck. Einige Bemerkungen über die Arbeit des Herrn Wiedeburg zum zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Ann. d. Phys. (4) 7, 576—583, 1902.

K. Schreber. Der Mensch als calorische Maschine und der zweite Hauptsatz. Antwort an Herrn N. Zuntz. Phys. ZS. 3, 261—264, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

George W. Walker. The Application of the Kinetic Theory of Gases to the Electric, Magnetic, and Optical Properties of Diatomic Gases. Proc. Royal Society 69, 394—398, 1902.

Felix M. Exner. Ueber den Gleichgewichtszustand eines schweren Gases. Ann. d. Phys. (4) 17, 683—686, 1902.

R. K. McClung. The Rate of Recombination of Ions in Gases under Different Pressures. Phil. Mag. (6) 3, 283—305, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

Conrad Matschoss. Geschichte der Dampfmaschine. Ihre culturelle Bedeutung, technische Entwickelung und ihre grossen Männer. XII u. 451 S. Berlin, J. Springer, 1901.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

Gilbert S. Ram. The Origin of the Scale of Fahrenheit's Thermometer. Nature 65, 391, 1902.

P. Chappuis. Notes on Gas-Thermometry. Phil. Mag. (6) 3, 243—247, 1902.

V. H. Veley and **J. J. Manley.** The Ionic and Thermal Coefficients of Nitric Acid. Phil. Mag. (6) 3, 118—122, 1902.

Georges Meslin. Sur une forme de thermomètre électrique. C. R. 134, 412—414, 1902.

O. Lummer und **E. Pringsheim.** Zur Temperaturbestimmung von Flammen. Phys. ZS. 3, 233—235, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22 a. Schmelzen und Erstarren.

Anton Lampa. Der Gefrierpunkt von Wasser und einigen wässerigen Lösungen unter Druck. Wien. Anz. 1902, 51.

N. S. Kurnakow und **N. A. Puschin.** Ueber die Schmelztemperaturen der Legirungen des Natriums mit Kalium. ZS. f. anorg. Chem. 30, 109—112, 1902.

N. S. Kurnakow und **N. A. Puschin.** Ueber die Thalliumlegirungen. ZS. f. anorg. Chem. 30, 86—108, 1902.

Nicolai S. Kurnakoff and **N. A. Pushin.** Melting Points of Alloys of Sodium with Potassium. Journ. Russ. Phys. Chem. Soc. 33, 588—592, 1901. [Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 136, 1902.

J. Dewar. Solid hydrogen (Hydrogène solide). Proc. of the Roy. Inst. of Great Britain, 16 avril 1900. Journ. de phys. (4) 1, 168—171, 1902.

22 b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

James Dewar. The Specific Volumes of Oxygen and Nitrogen Vapour at the Boiling-point of Oxygen. Proc. Roy. Soc. 69, 360—366, 1901.

F. G. Donnan. Condensation of the Vapours of Organic Liquids in Presence of dust-free Air. Phil. Mag. (6) 3, 305—310, 1902.

23. Calorimetrie.

G. Lindner. Zur Kenntniss des Eiscalorimeters. Phys. ZS. 3, 237—238, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24 a. Wärmeleitung.

N. Schaufelberger. Wärmeleitungsfähigkeit des Kupfers, aus dem stationären und variablen Temperaturzustand bestimmt, und Wärmefluss in einer durch Kühlwasser bespülten Endfläche eines Wärmeleiters. Ann. d. Phys. (4) 7, 589—630, 1902.

Walther Schwarze. Ueber die Wärmeleitung des Argons. Phys. ZS. 3, 264, 1902.

E. Müller. Die Abhängigkeit des Wärmeleitungscoëfficienten der Luft von der Temperatur. Sitzungsber. phys.-med. Soc. Erlangen 33, 85—120, 1901.

24 b. Wärmestrahlung.

Nils Ekholm. Ueber Emission und Absorption der Wärme und deren Bedeutung für die Temperatur der Erdoberfläche. Meteorol. ZS. 19, 1—26, 1902.

E. F. Nichols and **G. F. Hull.** Pressure due to light and heat radiation. Amer. Phys. Soc. Aug. 29, 1901. [Astrophys. Journ. 15, 62—65, 1902.

O. Lummer und **E. Pringsheim.** Zur Temperaturbestimmung von Flammen. Phys. Ztg. 3, 233—235, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Ed. Dacremont. Électricité, Theorie et production. Étude générale des phénomènes électriques. Piles. Magnétisme. Courants alternatifs. Machines à courants alternatifs et à courant continu. Transformateurs. Accumulateurs, Mesures.

H. E. Hadley. Practical Exercises in Magnetism and Electricity. Laboratory course for schools and science. 244 S. London, 1902.

J. A. Monpellier. Électricité. 24 éd. XII, 228 u. LXIV S. Paris, Dunod, 1902.

A. Raudot. Recueil de Problèmes d'Électricité. Bruxelles, A. Manceaux, 1901.

Rudolf Wotruba. Der elektrische Strom, seine Gesetze und Wirkungen in der Strombahn. Nebst Anleitung zur Durchführung von Praktikumsarbeiten. 2. Ausg. V u. 162 S. Berlin und Jena, H. Costenoble, 1902.

Lord **Kelvin.** Aepinus Atomized. Phil. Mag. (6) 3, 257—283, 1902.

P. Drude. Zur Elektronentheorie der Metalle. Ann. d. Phys. (4) **7**, 687—692, 1902.
W. Voigt. Elektronenhypothese und Theorie des Magnetismus. Gött. Nachr. 1901, 169—200.
William Crookes. Radio-Activity and the electron theory. Royal Society 6. Febr. 1902. Nature **65**, 400—402, 1902; Chem. News **85**, 109—112, 1902; Electrician **48**, 777—779, 1902.
Arthur Korn. Ueber die natürliche, elektrische Belegung einer beliebigen, stetig gekrümmten Conductoroberfläche. Münch. Ber. 1901, 425—434.
Arthur Korn. Allgemeine Lösung des Problems der magnetischen Induction. Münch. Ber. 1901, 435—440.
T. Levi-Civita. Influenza di uno schermo conduttore nel campo elettromagnetico di una corrente alternativa parallela allo schermo. Lincei Rend. (5) **11** [1], 163—170, 1902.
Al. Gerschun. Ueber gleichgerichteten Wechselstrom. Phys. ZS. **3**, 249—254, 1902.
M. Lamotte. Sur les oscillations électriques d'ordre supérieur. Éclair. élect. **30**, 337—341, 1902.
Charles Nordmann. Sur la transparence des liquides conducteurs pour les oscillations hertziennes. C. R. **134**, 417—420, 1902.
K. R. Johnson. Quelques remarques sur les conditions de formation des décharges disruptives. L'éclair électr. **30**, 385—389, 1902.
Emil Lüdin. Nachweis elektrischer Schwingungen in Spulen. Ann. d. Phys. (4) **7**, 584—588, 1902.
H. Armagnat. Application des oscillographes à la méthode de résonance. L'éclair. électr. **30**, 373—385, 1902.
Friedrich Wilhelm Müller. Ueber Cohärer, insbesondere Untersuchung der Abhängigkeit des Cohärercontactwiderstandes von der Stromstärke. 45 S. Diss. Strassburg, 1901.
M. S. Further developments in wireless telegraphy. Nature **65**, 416—417, 1902.
Neue Apparate und Instrumente. Drahtlose Telegraphie, System Armstrong-Orling. Electr. Rev. Nr. 1256, 1901. [Der Mechaniker **10**, 55—57, 1902.
S. R. Bottone. Wireless Telegraphy and Hertzian Waves. 3. ed. 136 S. London, 1902.
Michele Cantone e Francesco Sozzani. Osservazioni intorno ad un precedente lavoro sulla deformazione dei condensatori. Rend. Lomb. (2) **34**, 251—253, 1901.
John Buchanan. Note on a paper by Prof. Fleuring, F. R. S., and Mr. Ashton, entitled „On a Model which Imitates the Behaviour of Dielectrics. Phil. Mag. (6) **3**, 240—243, 1902.
John Sanford Shearer. Some experiments on the behavior of dielectrics when subjected to high potentials. Phys. Rev. **14**, 89—117, 1902.
Will G. Hormell. Dielectric Constant of Paraffins. Phil. Mag. (6) **3**, 52—67, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

27. Elektrostatik.

Pierre Boley. Sur un electromètre capillaire. C. R. **134**, 463—465, 1902.
Heinrich Mache. Ueber die Zerstreuung der Elektricität in abgeschlossener Luft. Wien. Ber. **110** [2 a], 1302—1306, 1901.
Hans Beggerow. Elektricitätszerstreuung durch Verdampfung von Flüssigkeiten. Ann. d. Phys. (4) **7**, 494—515, 1902.
C. Barus. The Behaviour of the Phosphorus Emanation in Spherical Condensers. Phil. Mag. (6) **3**, 80—91, 1902.
Hertha Ayrton. Note on Electric Charging and Discharging at a Distance. Nature **65**, 390, 1902.
Paul R. Heyl. Crystallization under electrostatic stress. Phys. Rev. **14**, 83—88, 1902.

28. Batterieentladung.

Karl Przibram. Photographische Studien über die elektrische Entladung. Wien. Ber. 110 [2a], 960—963, 1901.

Ernst Lecher. Beeinflussung des elektrischen Funkens durch Elektrisirung. Wien. Anz. 1902, 53.

K. R. Johnson. Quelques remarques sur les conditions de formation des décharges disruptives. Éclair. électr. 30, 385—389, 1902.

Max Toepler. Grenzpotentialdifferenzen der elektrischen Entladung in Luft von Atmosphärendruck. Ann. d. Phys. (4) 7, 477—493, 1902.

29. Galvanische Ketten.

R. Suchy. Ueber pyrochemische Daniellketten. 53 S. Zürich, 1901.

Arrigo Mazzucchelli. A Peculiar Cell containing Chromic Chloride (Electrochemical Equilibrium between Different Degrees of Oxidation. Gazzetta 31 [2], 371—395, 1901. [Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 119—120, 1902.

A. Pfaff. Die Schwefelsäure im Bleiaccumulator. Centralbl. f. Acc.- u. Elemk. 2, 73—78, 173—176, 1901.

M. U. Schoop. Ueber Kurzschlussdiagramme von Accumulatoren. Centralbl. f. Acc.- u. Elemk. 2, 157—160, 1901.

E. Sieg. Die Accumulatoren. Handb. d. Elektrotechn. 3 (2), VII u. 112 S. Leipzig, Hirzel, 1901.

Vincent Czepinski. Einige Messungen an Gasketten. ZS. f. anorg. Chem. 30, 1—17, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

E. Jahr. Untersuchungsergebnisse über den natürlichen elektrischen Erdstrom. Elektrot. ZS. 23, 195—197, 1902.

Michalke. Ueber den Verlauf der Rückströme an Strassenbahnen. Elektrot. ZS. 23, 208—209, 1902.

R. A. Lehfeldt. A Voltameter for Small Currents. Phil. Mag. (6) 3, 158—159, 1902.

Gebbert u. **Schall.** Ein neuer Quecksilberstrahlunterbrecher. Der Mechaniker 10, 53—55, 1902.

H. Boas. Ein neuer Quecksilberstrahlunterbrecher. Elektrot. ZS. 23, 208, 1902.

A. H. Taylor. A carbon electrolytic interrupter. Phys. Rev. 14, 118—121, 1902.

Orling u. **Armstrong.** The „Armorl" electro-capillary relay. Nature 65, 129—130, 1901. [Naturw. Rundsch. 17, 132, 1902.

A. C. Crehore et **G. O. Squier.** Sur un transmetteur pratique utilisant les ondes sinusoïdales pour les câbles télégraphiques et sur les mesures faites avec les courants alternatifs sur un câble transatlantique. Journ. de phys. (4) 1, 164—165, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

A. Batelli e **F. Battelli.** Trattato di misure e ricerche elettriche. XXXIII u. 1210 S. Roma, Dante Alighieri, 1902.

H. Muraoka und **T. Tamaru.** Ueber die Veränderung der elektrischen Leitungsfähigkeit eines Pulvers durch Induction. Ann. d. Phys. (4) 7, 554—561, 1902.

H. Chevalier. Sur les variations permanentes de la résistance électrique des fils d'alliage platine-argent sommis à des variations de température. Journ. de phys. (4) 1, 157—163, 1902.

J. J. Thomson. On the Effect of a Transverse Magnetic Field on Metallic Resistance. Phil. Mag. (6) 3, 353—356, 1902.

Friedrich Wilhelm Müller. Ueber Cohärer, insbesondere Untersuchung der Abhängigkeit des Cohärercontactwiderstandes von der Stromstärke. 45 S. Diss. Strassburg, 1901.

W. Hardt. Spectroskopisches Verhalten und elektrische Leitfähigkeit des Kobaltchlorids in verschiedenen Lösungen. 41 S. Erlangen, 1901.

Hans Wolf. Zur Kenntniss der Leitfähigkeit von Lösungen gemischter Elektrolyte. ZS. f. Elektrochem. 8, 117—119, 1902.

P. Curie. Conductibilité des diélectriques liquides sous l'influence des rayons du radium et des rayons de Röntgen. C. R. **134**, 420—423, 1902.

P. J. Kirkby. On the Electrical Conductivities produced in Air by the Motion of Negative Ions. Phil. Mag. (6) **3**, 212—225, 1902.

32. Elektrochemie.

William T. Mather. Ein neuer Apparat zur Bestimmung der relativen Ionengeschwindigkeiten nebst einigen Ergebnissen für Silberionen. Amer. Chem. Journ. **26**, 473—491, 1901. [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 615—616.

William Sutherland. Ionization, Ionic Velocities and Atomic Sizes. Phil. Mag. (6) **3**, 161—177, 1902.

H. M. Dawson. The validity of the ionisation theory. Nature **65**, 414—415, 1902.

E. D. Child. The velocity of ions drawn from the electric arc. Second article. Phys. Rev. **14**, 65—74, 1902.

B. D. Steele u. R. B. Denison. Die Ueberführungszahl sehr verdünnter Lösungen. Proc. Chem. Soc. **18**, 29—30, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 621—622.

Paolo Straneo. Misura della diffusione elettrolitica, dei numeri di trasporto e della mobilità dei ioni. Lincei Rend. (5) **11** [1], 171—177, 1902.

P. Langevin. Recherches sur les gaz ionisés. C. R. **134**, 414—417, 1902.

V. H. Veley and **J. J. Manley.** The Ionic and Thermal Coefficients of Nitric Acid. Phil. Mag. (6) **3**, 118—122, 1902.

C. Christiansen. Unipolare elektriske stromme i en elektrolyt. Overs. Vidensk. Selsk. Forhandl. Kopenhagen 1901, 205—219.

John S. Townsend. Identity of negative ions produced in various ways. Nature **65**, 413—414, 1902.

O. Urbasch. Erwiderung auf „Bemerkungen zu Versuchen des Herrn Urbasch" von Prof. Drude. ZS. f. Elektrochem. **8**, 150—153, 1902.

Victor Engelhardt. Die Elektrolyse des Wassers. Bd. I der Monographien über angewandte Elektrochemie. Halle a. S., Knapp, 1902.

Rudolf von Hasslinger. Potential differences in vapours and in some Solid Electrolytes. Monatsh. f. Chem. **22**, 907—916, 1901. [Journ. Chem. Soc. **82**, Abstr. II, 118.

Joseph W. Richards. Secundäre Processe in Elektrolyten. The Journ. Franklin Inst. **152**, 201—234, 1901. [ZS. f. d. ges. Kälteindustrie **9**, 14—15, 1902.

R. Ulbricht. Zur Frage der Gefährdung von Metallrohrleitungen durch elektrische Bahnen. Elektrot. ZS. **23**, 212—215, 1902.

P. Denso. Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von Platiniridiumanoden bei der Alkalichloridelektrolyse. ZS. f. Elektrochem. **8**, 147—150, 1902.

F. Foerster. Ueber künstlichen Graphit und über Platiniridium als Anodenmaterialien. ZS. f. Elektrochem. **8**, 143—147, 1902.

Joh. Möller. Ueber die elektrolytische Reduction aromatischer und fetter Nitrokörper. Elektrochem. ZS. **8**, 272—275, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

E. Philip Harrison. On the Variation with Temperature of the Thermo-electromotive Force and of the Electric Resistance of Nickel, Iron and Copper, between the Temperatures of -200^0 and $+1050^0$. Phil. Mag. (6) **3**, 177—195, 1902.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

Perreau. Sur l'action des corps électrisés sur les lampes à incandescence. Éclair. électr. **30**, 363, 1902.

William Crookes. The stratifications of hydrogen. Electrician **48**, 739—742, 1902 (Schluss).

J. Stark. Geschichtliches zur Erklärung der Zerstreuung der Kathodenstrahlen. Phys. ZS. 3, 235—236, 1902.

J. von Geitler. Ueber Kathodenstrahlen. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 1902. [Phys. ZS. 3, 265, 1902.

Nicolaus Hehl. Ueber die Gebilde an der Kathode. Sitzber. phys.-med. Soc. Erlangen 33, 170—204, 1901.

J. C. Mc Lennan. On a kind of Radioactivity imparted to certain Salts by Cathode Rays. Phil. Mag. (6) 3, 195—203, 1902.

Josef von Geitler. Ueber die durch Kathodenstrahlen bewirkte Ablenkung der Magnetnadel. Phys. ZS. 3, 257, 1902.

85a. Röntgenstrahlen.

H. S. Allen. A Preliminary Note on the Relation between Primary and Secondary Röntgen Radiation. Phil. Mag. (6) 3, 126—128, 1902.

R. K. Mc Clung and **D. Mc Jutosch.** Absorption of Röntgen Rays by Aqueous Solutions. Phil. Mag. (6) 3, 68—79, 1902.

B. Walther. Bericht über die auf der Röntgenausstellung der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg ausgestellten Apparate. Phys. ZS. 3, 242—245, 1902.

86. Magnetismus.

Ch. Maurain. Sur les propriétés magnétiques des lames très mimes de fer et de nickel. Journ. de phys. (4) 1, 151—156, 1902.

G. F. C. Searle and **T. G. Bedford.** The Measurement of magnetic Hysteresis. Phil. Trans. 1902, 72 S.

J. J. Thomson. On the Effect of a Transversale Magnetic Field on Metallic Resistance. Phil. Mag. (6) 3, 353—356, 1902.

Philip E. Shaw and **S. C. Laws.** The magnetic expansion of iron and steel. Electrician 48, 765—767, 1902.

George W. Walker. On Assymmetry of the Zeeman Effect. Phil. Mag. (6) 3, 247—251, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

88. Elektrodynamik. Induction.

Josef von Geitler. Ueber die durch Kathodenstrahlen bewirkte Ablenkung der Magnetnadel. Phys. ZS. 3, 257, 1902.

Fr. Serra. Sul metodo di Joubert per trovare il coefficiente d'autoinduzione e analisi della curva di una forza elettromotrice alternative. 15 S. Firenze, stab. tip. G. Civelli, 1901.

Paul Janet. Application de l'arc chantant de Duddell à la mesure des faibles coefficients de self-induction. C. R. 134, 462—463, 1902.

Thomas R. Lyle. On Circular Filaments or Circular Magnetic Shells equivalent to Circular Coils, and on the equivalent Radius of a Coil. Phil. Mag. (6) 3, 310—329, 1902.

J. W. Giltay. De werking van den inductieklos in de telefoontoestellen. Versl. Amsterdam 1902, 403—415.

89. Vermischte Constanten.

Arthur H. Hiorns. Mixed Metals, or Metallic Alloys. 2. ed. 445 S. London, Macmillan and Co., Ltd.; New York, The Macmillan Company, 1901.

d'Arsonval. Phénomènes électriques aux basses températures. Soc. intern. des Électr. 5 mars 1902. [Éclair. électr. 30, 402—405, 1902.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

R. S. Woodward. The Energy of Condensation of Stellar Bodies. Abstracts of a paper presented to Astr. and Astrophys. Soc. America. Science 15, 372, 262—264, 1902.

Lord **Kelvin.** On the Clustering of Gravitational Matter in any part of the Universe. Phil. Mag. (6) 3, 1—9, 1902.

Dr. **J. Holetschek.** Ueber den Helligkeitseindruck von Sternhaufen. Wien. Sitzber. 110, Abth. 2 a, December 1901.

Edwin B. Frost. The Bruce Spectrograph of the Yerkes Observatory. Astrophys. Journ. 15, 1, 1—27, 1902.

K. Strehl. Ueber Luftschlieren und Zonenfehler. Phys. ZS. 3, 238, 1902.

1 B. Planeten und Monde.

Jean Mascart. Perturbations du grand axe des petites planètes. C. R. 134, 7, 402—409, 1902.

A. A. Wonaszek. Die Periodicität der Oberflächengebilde am Jupiter. Publ. der Sternwarte Kis-Kartal. Budapest, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 11, 137, 1902.

A. A. Wonaszek. Die Periodicität der concaven Schattenerscheinung auf den Ringen des Saturn. Publ. der Sternwarte Kis-Kartal. Budapest, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 11, 137, 1901.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

B. Harkányi. Ueber die Temperaturbestimmung der Fixsterne auf spectralphotometrischem Wege. Astr. Nachr. 158, 3770, 17—23, 1902.

F. L. Chase. On the Parallax of Nova Persei. Abstracts of a paper presented to Astr. and Astrophys. Soc. America. Science 15, 372, 262, 1902.

R. G. Aitken. Note on the Parallax of Nova Persei. Abstracts of a paper presented to Astr. and Astrophys. Soc. America. Science 15, 372, 262, 1902.

William H. Pickering. The Explosion Hypothesis in the Light of the recent Phenomena of Nova Persei. Astrophys. Journ. 15, 1, 68—69, 1902.

Oesten Bergstrand. Mittheilung betr. die Eigenbewegung und die Parallaxe der Nova Persei. Astr. Nachr. 158, 3769, 15, 1902.

M. Ebell. Ueber den Veränderlichen 93. 1901 Sagittae. Astr. Nachr. 158, 3770, 31—32, 1902.

A. Stanley Williams. On the Period of IX Cygni (Ch. 7539). Astr. Nachr. 158, 3769, 13—14, 1902.

J. Miller Barr. Spectroscopic Binaries: A Suggestion. Astrophys. Journ. 15, 1, 65—67, 1902.

1 D. Die Sonne.

R. Emden. Contributions of the Solar Theory. Astrophys. Journ. 15, 1, 38—59, 1902.

W. H. Julius. On the Origin of Double Lines in the Spectrum of the Chromosphere, due to Anomalous Dispersion of the Light from the Photosphere. Astrophys. Journ. 15, 1, 28—37, 1902.

C. D. Perrine. The total solar eclipse. Abstracts of a paper presented to Astr. and Astrophys. Soc. America. Science 15, 372, 259—260, 1902.

S. A. Mitchell. The flash Spectrum, Sumatra Eclipse. May 18, 1901. Abstracts of a paper presented to Astr. and Astrophys. Soc. of America. Science 15, 372, 257—259, 1902.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Friedrich Berwerth. Der Meteorstein von Zavid. S.-A. Wissenschaftl. Mittheilungen aus Bosnien und der Hercegovina 8, 1901. Wien, 1901. In Comm. bei Carl Gerold's Sohn.

Friedrich Berwerth. Ueber die Structur der chondritischen Meteorsteine. Centralbl. f. Min. 1901, Nr. 21.

1 G. Zodiakallicht.

H. Seeliger. Ueber kosmische Staubmassen und das Zodiakallicht. Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. 31, 265—292. München, 1901.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

S. Günther. Die atmosphärische Physik bei Leopold von Buch. 8°. S.-A. Beiträge z. Geophysik 5, 171—205, 1901.

E. Wilk. Grundbegriffe der Meteorologie für höhere Schulen und zum Selbstunterricht zusammengestellt. 3. Aufl. Leipzig, J. Baedeker 1902. Kl. 8°, 58 S. 1 Bl., 1 Taf.

J. Y. Buchanan. Chemical and Physical Notes. London 1901. 8°, 107 S. S.-A. The Anarctic Manual 1901.

Prof. Dr. **E. v. Drygalski.** Die deutsche Südpolar-Expedition. Peterm. Mitth. 48, 2, 40—44, 1902.

Dr. **P. Bergholz.** Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit und des Regenfalles in Bremen. Met. ZS. 19, 2, 82, 1902.

J. Hann. Dr. Hans Maurer über die Meteorologie von Deutsch-Ostafrika. Met. ZS. 19, 2, 22—73 1902.

Veröffentlichungen des Königl. preussischen meteorologischen Instituts. Hrsg. durch Dir. Wilh. v. Bezold. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1899 (6, 120 S.). Gr. 4°. Berlin, A. Asher u. Co., 1901.

Jahrbuch, deutsches meteorologisches für 1900. Beobachtungssystem der deutschen Seewarte. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an zehn Stationen zweiter Ordnung und an 50 Sturmwarnungsstellen, sowie stündliche Aufzeichnungen an vier Normal-Beobachtungsstationen 33. Jahrg. (25. Jahrg. der meteorologischen Beobachtungen in Deutschland). Hrsg. von der Direction der Seewarte (8, 181 S.). Imp.-4°. Hamburg, L. Friedrichsen u. Co., 1901.

M. Cheux. Résumé des observations météorologiques faites à l'observatoire de la Baumette (près d'Angers) de 1890 à 1891. Angers, Germain et G. Grassin, 1901. 1 fasc. in 8°.

E. Pini. Osservazioni meteorologiche fatte al r. Osservatorio di Brera nel 1900. 189, 262, 452, 641, 706, 864, 1001, 1089, 1091, 1261, 1263, 1314. Rendi di Milano 1900. 33.

E. Pini. Riassunto delle osservazioni meteorologiche eseguite presso il r. Osservatorio astronomico di Brera nell' anno 1899, 152. Rendi di Milano, 1900. 33.

Démétrius Eginitis. Annales de l'Observatoire National d'Athènes. Tome 3. Athènes, 1901. 4°, 375 S.

Hourly means of the readings obtained from the self recording instruments at five observatories under the Meteorological Council 1898. London, 1901. 4°. 11, 239 S.

A. Wolfer. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Deutsch-Südwestafrika. Met. ZS. **19**, 1, 41—45, 1902.

J. Hann. Resultate der meteorologischen Beobachtungen am Sonnenobservatorium Kodaikanal in Südindien 1900. Met. ZS. **19**, 1, 37—39, 1902.

W. Doberck. Observations made at the Hongkong observatory in the year 1900. Hongkong, 1901. 1 fasc., petit in-f°.

Meteorologische Beobachtungen zu Fort Chipewyan, Hudsonsbailänder. Met. ZS. **19**, 2, 79, 1902.

P. Juan de Dios Moratorio. El año meteorológico 1898-99 y 1899-900 (sic!). Montevideo, 1901. Gr. 8°, 30 S. 10 Tafeln. (Observatorio de Colegio Pio de Villa Colon.)

F. Gonnessiat. Un second semestre d'observations météorologiques à Quito. C. R. **134**, 7, 425—427, 1902.

John M. Bacon. Gewitterbeobachtung im Luftballon. Met. ZS. **19**, 2, 72, 1902.

Veröffentlichungen der internationalen Commission für wissenschaftliche Luftschiffahrt. Met. ZS. **19**, 1, 27—33, 1902.

Prof. Dr. **Hergesell.** Vorläufiger Bericht über die internationale Ballonfahrt am 5. Sept. 1901. Met. ZS. **19**, 1, 34, 1902.

Prof. Dr. **Hergesell.** Vorläufiger Bericht über die internationale Ballonfahrt am 3. October 1901. Met. ZS. **19**, 1, 34, 1902.

Prof. Dr. **Hergesell.** Vorläufiger Bericht über die internationale Ballonfahrt am 7. Nov. 1901. Met. ZS. **19**, 1, 34—35, 1902.

Prof. Dr. **Hergesell.** Vorläufiger Bericht über die internationale Ballonfahrt am 5. December 1901. Met. ZS. **19**, 2, 71—72, 1902.

J. W. Lerwal. Flugtechnische Studien als Beitrag zur modernen Flugtechnik. Wien 1902. Gr. 8°, 114 S. mit 24 Abbildungen.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

Nils Ekholm. Ueber Emission und Absorption der Wärme und deren Bedeutung für die Temperatur der Erdoberfläche. Met. ZS. **19**, 1—26, 1902.

G. Hellmann u. **W. Meinardus.** Der grosse Staubfall vom 9. bis 12. März 1901 in Nordafrika, Süd- und Mitteleuropa. Berlin, A. Asher u. Co. 4°, 2 Bl., 93 S., 6 Taf. 1901.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

P. Cœurdevache. Temperaturabnahme mit der Höhe in ihrer Beziehung zu der Variation der meteorologischen Elemente. Met. ZS. **19**, 2, 78—79, 1902.

2 D. Luftdruck.

A. v. Obermayer. Die Veränderlichkeit der täglichen Barometeroscillation auf dem hohen Sonnblick im Laufe des Jahres. Sitzber. Wien. Akad. Wissensch. **110**, Abth. IIa. S.-A., 45 S.

2 E. Winde und Stürme.

C. B. Shaw. The Histories of the Storms of the 30th January and the 16th April 1897. Trans. of the New Zealand I, 1897, **30**, 477—486, 2 Taf. Ref. Peterm. Mitth. **48**, 2. Lbt. **17**, 1902.

2 F. Wasserdampf.

G. Schwalbe. Ueber die Darstellung des jährlichen Ganges der Verdunstung. Met. ZS. **19**, 2, 49—59, 1902.

Gottfr. Streun. Die Nebelverhältnisse der Schweiz. Inaug.-Diss. Bern, Zürich, 1901. 4°. 1 Bl. 39 S., 6 Taf. S.-A. Annal. d. Schweiz. Met. Centralanstalt, 1899.

L. Satke. Die Bewölkung in Galizien (Stan zachmurzenia w Galicyi). Met. ZS. **2**, 87, 1902.

2 G. Niederschläge.

J. Hann. Ueber die Schwankungen der Niederschlagsmengen in grösseren Zeiträumen. Met. ZS. **19**, 2, 73—75, 1902.

H. S. Wallis and **H. R. Mill.** British Rainfall 1900. On the distribution of Rain over the British Isles during the year 1900, as observed at about 3500 stations in Great Britain and Ireland, London 1901. 872 and 254 pages with maps and illustrations.

C. Kassner. Photographirte Regentropfen. Met. ZS. **19**, 2, 82—83, 1902.

Hermann von Schrenk. Glatteisbildungen im Innern der Vereinigten Staaten. A severe sleet-storm. Transactions of the Academy of Science of St. Louis **10**, 6. April 1900. Ref.: Met. ZS. **19**, 2, 88, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

Heinrich Mache. Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricitätsbeobachtungen in Indien und Oberägypten. Met. ZS. **19**, 1, 40—41, 1902.

Prof. Dr. **Hans Geitel.** Ueber die Anwendung der Lehre von den Gasionen auf die Erscheinungen der atmosphärischen Elektricität 1902.

Prof. Dr. **Paul Czermak.** Ueber Elektricitätszerstreuung bei Föhn. Met. ZS. **19**, 2, 75—78, 1902.

2 J. Meteorologische Optik.

Dr. **Egon Ritter von Oppolzer.** Zur Theorie der Scintillation der Fixsterne. Sitzber. Wien **110**, Abth. 2a, December 1901.

Karl Masch. Intensität und atmosphärische Absorption aktinischer Sonnenstrahlen. 8°. S.-A. Schrift des naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein, **12**, 267—305, 1901.

Emilio Oddone. Ueber den mittleren Durchsichtigkeitscoëfficienten für weite irdische Aussichten. Rendiconti del Reale Istituto Lombardo 1901, ser. 2, **34**, 511—532.

A. A. Nijland. Ueber den grünen Strahl bei Auf- und Untergang der Sonne. Astr. Nach. **158**, 3774, 93—94, 1902.

Martin Ebell. Sonnenring. Met. ZS. **19**, 2, 79, 1902.

Theodor Altona. Sonnenring. Met. ZS. **19**, 2, 80, 1902.

Gustav Lindig. Farbiger Sonnenring. Met. ZS. **19**, 2, 80—81, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

M. Möller (Braunschweig). Ueber die Bezeichnung „verticaler Gradient". Met. ZS. **19**, 2, 87—88, 1902.

C. B. Shaw. Notes on the vertical Component of the Motions of the Earth's Atmosphere. Trans. of the New-Zealand I, 1897, **30**, 465—476. 1 Taf. Ref.: Peterm. Mitth. **48**, 2. Lbt. **17**, 1902.

Aug. Sieberg. Ein Beispiel für die Wirbelbewegungen in Cumuluswolken. Met. ZS. **19**, 1, 35—37, 1902.

2 M. Praktische Meteorologie.

W. Meinardus. Untersuchungen über den Einfluss des Nordatlantic auf die Witterungsanomalien der nördlichen Hemisphäre. Berlin, E. S. Mittler u. Sohn.

H. Servus. Witterungsprognosen für das Jahr 1902. Berlin, kl. 8°, 27 S., 1902.

G. Suschnig. Bericht über den Verlauf des dritten internat. Wetterschiess-Congresses zu Lyon am 15., 16. und 17. November 1901 (Graz, 1902). 8°. 11 S.

G. Suschnig. Bericht über den dritten internationalen Wetterschiesscongress in Lyon. Met. ZS. **19**, 1, 39—40, 1902.

Atti del 2° Congresso internazionale dei concorsi di tiro contro la grandine Padova 25, 26, 27 i 28 Novembre 1900. Padova, 1901. 8°.

Dr. E. Clément. Defense contre la grêle au moyen de paragrêles électriques; Defense du Beaujolais. Lyon, A. Rey et Cie., 1901; 1 fasc., in-8°.

2N. Kosmische Meteorologie.

Alex. B. MacDowall. The Moon and the Thunderstorms. Nature **65**, 1686, 367, 1902.

William J. S. Lockyer, Kensington; aus den Proceedings of Royal Society. Die Sonnenthätigkeit 1833 bis 1900. Met. ZS. **19**, 2, 59—71, 1902.

2O. Meteorologische Apparate.

2P. Klimatologie.

Louis Bernacchi. To the South Polar Regions, Expedition of 1898 bis 1900. London, Hurst and Blackett, 1901. 8°. **16**. 348 S., 2 Karten und viele Lichtdrucktafeln.

E. Tiessen. China. (2 Bände). Band 1: Allgemeine Uebersicht; Bodengestaltung; Flüsse; Klima etc. Berlin, 1902. Gr. 8°. Mit 6 colorirten Karten und 61 Abbildungen.

3. Geophysik.

3A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3B. Theorien der Erdbildung.

3C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

G. Lippmann. Appareil pour mesures les différences de longitude à l'aide de la photographie. C. R. **134**, 7, 387—389, 1902.

Th. Albrecht. Anleitung zum Gebrauche des Zenitteleskops auf den internationalen Breitenstationen. 2. Ausg. Mit 2 Taf. (5, 29 S.) 1902. Veröffentl. des Centralbur. d. internat. Erdmess. Neue Folge **4**. Lex. 8°. Berlin, G. Reimer.

Vincenzo Reina. Determinazione astronomica di latitude e di azimut eseguita a monte Pisarello nel 1899. Rend. R. Accad. dei Lincei, cl. di sc. fis., mat. e nat., Rom, **9**, 1 Sem., Ser. 5a, Fasc. 6, 1900.

Vincenzo Reina. Determinazioni di latitudine e di azimut eseguite nel 1898 nei punti Monte Mario—Monte Cavo—Fiumicino. Publ. della R. Commissione Geodetica Ital. Fol., 55 pp. Florenz, 1899.

Vincenzo Reina. Determinazione astronomica di latitudine e di azimut eseguita a Monte Soratte nel 1900. Rend. R. Accad. dei Lincei. Rom **10**, 1. Sem., Ser. 5, Fasc. 8 u. 9, 1901.

3D. Boden- und Erdtemperatur.

3E. Vulcanische Erscheinungen.

V. Sabatini. I vulcani dell' Italia centrale e i loro prodotti. Parte prima: Vulcano Laziale. (Mem. descr. Carta geol. d' Italia **10**.) Gr. 8°, 392 pp. 1 geol. Karte in 1 : 75000, 10 Taf. u. 79 Textfig.

G. de Lorenzo und **C. Riva.** Il cratere de Vivara nelle isole flegree. Atti Rendi Napoli **10**, Ser. 2a. Fol. 59 pp. Neapel, 1900.

Ph. Glangeaud. Les volcans du Latium et la Campagne Romaine. La Géographie **3**, 461 bis 470, 1901.

G. de Lorenzo. Studio geologico del Monte Vulture. Atti A. sc. fis. e mat. di Napoli **10**, Ser. 2a. Fol. 207 pp. Neapel, Accad. Sc. fis., 1900.

G. Mercalli. Notizie Vesuviane. S.-A. Boll. Soc. Sism. Ital. 1895—1899.

R. V. Matteucci. Sur la production simultanée de deux sels azotés dans le cratère du Vesuve. C. R. **131**, 963—965, 1900.

A. Riccò e **le Franco.** Stabilità del suolo all' Osservatorio Etneo. Mem. d. soc. degli Spettroscopisti Ital 29. 11 p. 1900.

S. Arridiacono. Principali fenomeni eruttivi avvenuti in Sicilia e nell' isole adiacenti nell' anno 1899. Boll. d. Soc. Sism. Ital. 6. 16 pp. Modena, 1900.

E. Böse. Sobre la independencia de los volcanes de grietas preexistentes. (Mit deutschem Auszug.) Mem. d. l. Sociedad „Alzate" d. Mexico 14, 199—231, 1900.

C. Sapper. Der Vulcan Las Pilas in Nicaragua. ZS. d. deutsch. geol. Ges. 51, 578—581, 1 Karte, 1899.

G. Du Bois. Die Kelvet-Eruption vom 23. Mai 1901. Peterm. Mitth. 48, 2, 44—45, 1902.

A. Wichmann. Der Ausbruch des Gunung Ringgit auf Java im Jahre 1593. ZS. d. deutsch. geol. Ges. 52, 640—660, 4 Fig., 1900.

8 F. Erdbeben.

Wilh. Schlüter. Erdbebenwellen. Phys. ZS. 3, 238—242, 1902.

G. Agamennone. Sopra un sismografo per forti terremoti. Lincei Rend. (5) 11 [1], 116—122, 1902.

M. Contarini. Spoglio dei diagrammi sismografici dell' anno 1901. Atti del R. J. Veneto di sc. lettere ed art 58, T. 2, 55—71, 1900/01.

G. Pacher. Spoglio dei diagrammi sismografici da 1° gennaio a 30 gingno 1899. B. Sism. dell' J. di Fis. della R. Univ. di Padova. — Atti del R. J. Veneto di sc. lettere ed art 58, T. 2, 1—16, 1898/99; 59, T. 2, 69—91, 1 Fig., 1899/1900.

G. Giovannozzi. La sezione sismologica dell' Osservatorio Ximeniano. B. Sism. dell' Osservatorio Xeminiano, Florenz 1, 1—15, 4 Abbild., 1901.

G. Alfani. Il nuovo impianto sotteraneo. B. Sism. dell' Osservatorio Ximeniano, Florenz 1, 15—29, 5 Fig., 1901.

G. Alfani. Registrazioni sismografiche dell' Osservatorio Xeminiano di Firenze. S.-A. Rivista Geogr. Ital. 8, 1901. 8°. 17 pp.

Giulio Grablovitz. Propagazione dei terremoti. Lincei Rend. (5) 11, 177—185, 1902.

Ad. Camani. Periodicità dei terremoti adriatice-marchigiani e loro velocità di propagazione a piccole distanze. S.-A. Rend. dei Lincei. 4°. 3 pp. 1899.

G. Agamennone. Il terremoto nell' Appennino Parmense-Reggiano della notte del 4 al 5 marzo 1898. B. della S. Sismol. Ital. 5, 72—92, 1899/1900.

T. Taramelli. Sulle aree sismiche italiane. S.-A. aus Rassegna Nazionale 21, 1899. 8°. 15 pp.

D. R. Stiattesi. Spoglio delle osservazioni sismiche dal 1° novembre al 31 ottobre 1900 (anno meteorico 1900). B. sismogr. dell' Osservatorio di Quarto-Castello, Firenze 1900, 2. 8°. 62 pp. Florenz, 1901.

D. R. Stiattesi. Spoglio delle osservazioni sismiche del 1° novembre 1900 al 31 luglio 1901. B. sismogr. dell Osservatorio di Quarto-Castello, Firenze 3. 8°. 71 pp. 1 Taf., 1901. Florenz, 1901.

D. R. Stiattesi. Spoglio delle osservazioni sismiche dal 1° novembre 1898 al 31 ottobre 1899 (anno meteorico 1899). B. sismogr. dell' Osservatorio di Quarto-Castello, Firenze 1900, 1. 8°. 79 pp. Florenz, 1900.

A. Issel. Considerazioni supplementari intorno al terremoto Umbro-Marchigiano del 18 dicembre 1897. B. S. Sismol. Ital. 5, 59—71, 1899/1900.

Ad. Cancani. Il terremoto adriatico-marchigiano del 21 septembre 1897. S.-A. B. della Soc. Sism. Ital. 4, 1899. 4°. 21 pp.

S. Watzof. Tremblements de terre en Bulgarie au XIX siècle, Sofia, 1902. (Nur Titel in Linc. Rend.)

Math. M. Draghicénu. Les tremblements de terre de la Roumanie et des pays environnants. 8°. 84 pp., 2 K. Bukarest, 1896.

M. Stirrup. The Earthquake of February 27. Trans. Manchester Geolog. Soc. 26, 174, 1899.

3 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

K. Schild. Untersuchungen über die räumliche Vertheilung der magnetischen Kraft in ringförmigen Lufträumen. Zürich, 1900. 8°. 71 S. mit 1 Tab. und Holzschnitten.

Dr. **N. Umow.** Ein Versuch, die magnetischen Typen des Erdmagnetismus zu ermitteln. Bull. de Moscou 1—2, 1—72, 1902.

H. Wild. Ueber eine neue Methode zur Bestimmung der Variationen der Inclination. Met. ZS. 19, 2, 83—87, 1902.

L. A. Bauer. Preliminary Statement of Results of International Magnetic Observations made during the Total Eclipse of May 17.—18., 1901. Abstracts of a paper presented to Astr. and Astrophys. Soc. America. Science 15, 372, 260—262, 1902.

B. Weinstein. Die Erdströme im deutschen Reichstelegraphengebiet und ihr Zusammenhang mit den erdmagnetischen Erscheinungen. Ref. von A. Schmidt. Met. ZS. 19, 2, 89—96, 1902.

P. Bachmetjew. Der gegenwärtige Stand der Frage über elektrische Erdströme. St. Petersburg (Mem. Accad.), 1902. Gr. 4°. 58 S. mit 6 Taf.

3 H. Niveauveränderungen.

3 J. Orographie und Höhenmessungen.

3 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

William Morris Davis. Glacial Erosion in the Valley of the Ticino. Appalachia 9, 136—156, 1900.

William Morris Davis. Glacial Erosion in France, Switzerland and Norway. P. of the Boston S. of Nat. Hist. 29, 273—322, 3 Taf., 1900.

Ed. Richter. Gebirgshebung und Thalbildung. ZS. d. deutsch. u. österr. Alpen-Vereins 30, 18—27, 1899.

O. Werner. Kritischer Ueberblick über den gegenwärtigen Stand der Frage nach der Entstehung der schweizerischen und oberbayerischen Seen. Beilage der Städt. Realschule zu Erfurt, Ostern 1900.

R. L. Barrett. The Sundal Drainage System in Central Norway. 8°. 21 pp. B. Amer. G. S. 32, Nr. 3.

T. Taramelli. Di alcune delle nostres valli epigenetiche. Atti 2. Congr. geogr. Ital. Florenz, 1899. 90—102.

3 L. Küsten und Inseln.

R. Hansen. Küstenänderungen in Rüstringen in Wangerland. (Mit Karte, s. 4 Taf.) aus O. Tenge. Der Jever'sche Deichband. Geschichte und Beschreibung der Deiche, Uferwerke und Siele im dritten Oldenburgischen Deichband und im preussischen westlichen Jagdgebiet. 2. Aufl. 8°. 16 und 277 resp. 22 S. mit 18 Kart. und einem Nachtrag mit einer Ergänzungstafel. Oldenburg, G. Stalling, 1898.

3 M. Oceanographie und oceanische Physik.

A. Supan. Die Bodenformen des Weltmeeres. Peterm. Mitth. 45, 177, 1899.

E. W. Prevost. The Severn Bore. Nature 65, 1686, 366, 1902.

R. E. Peake. On the Results of a Deep-sea Sounding Expedition in the North Atlantic during the summer of 1899. With notes on the temperature observations and depths and a description of the deep-sea deposits in this area. London, 1901. Roy.-8°. 44 pp., with 1 coloured map in roy. fol. boards.

3 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Jahrbuch des k. k. hydrographischen Centralbureaus. 7. Jahrg. 1899. Wien, 1901. Fol. 14 Theile in einem Cartonumschlag.

Jahrbuch des k. k. hydrographischen Centralbureaus. Hydrographischer Dienst in Oesterreich. 7. Jahrg., 1899. Allgemeiner Thl. und 14 Thle. Fol. Wien, 1901. W. Braumüller in Comm.

J. P. Thomson. Unterirdische Wasser in Australien. Kgl. Australische geogr. Ges. (Vortrag.)
F. Mühlberg. Bericht über die Erstellung einer Quellenkarte des Kantons Aargau. Mitth. d. Aargauischen Naturf. Ges. 9, 1901. 8°. 82 S., 11 Tab. und 1 Quellenkarte d. Umgebung von Brugg in 1 : 25 000.
Dante Pantanelli. Sulle variazioni di livelle delle acque sotteranee di Modena. Publicazioni del R. Osservatòrio geofisico di Modena Nr. 10. S.-A. Mem. della R. A. di sc. lettere ed arti in Modena (3) 1898, **1** (sezioni di scienze), 163—199. 1 Taf.
Amerigo Raddi. Studi idrologici ed idrografici sulla natura delle sorgenti e resultati di studi sperimentali sulle sorgenti di Nascio in Liguria. 8°. 46 pp. Florenz, Tip. San Guiseppe, 1901.
F. A. Forel. Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie. 8°. 249 S. 1 Taf., 16 Abbild. (Bibliothek Geographischer Handbücher, Herausgeg. von F. Ratzel.) Stuttgart, 1901.
J. Corcelle. La Limnologie, études nouvelles sur les lacs français. Extrait de la Revue de Géographie, février 1901. 1 fasc. In-8°.
Michele Cantone, Luigi de Marchi u. Carlo Somigliana. La temperatura del lago di Como. Rend. del R. J. Lomb. di sc. e lett., Ser. 3, **34**, mit 2 Taf., 1901.
G. de Agostini. Sullo stato attuale delgi studi batometrici dei lagni italiani. Atti 3. Congr. geogr. Ital. Florenz, 1899, 110 ff.
Prof. **K. Keilhack.** Die heissen Salzseen Siebenbürgens. Prometheus **13**, 646, 337—341, 1902.
L. Berg und P. Ignatow. Die Salzseen Seleta-Dengis, Teke und Kysyl-kak des Omskschen Kreises. Physisch-geographische Skizze. Verhandl. d. westsib. Abth. d. russ. geogr. Ges., H. 28, 1—92. Moskau, 1901. Russisch.
Karl Alhenius. Beiträge zur Kenntniss der Seeregionen in Schwedisch-Lappland. Reprinted from B. of the Geol. J. of Upsala, 1900, **5**, 2, Part. 1, mit 2 Taf.
J. J. Kendall and **H. B. Muff.** Ancient glacier — dammed lakes in the Cheviots. Geol. Mag. 513—515, 1901.
L. Berg und P. Ignatow. Ueber die Schwankungen der Seespiegel Mittelasiens und des westlichen Sibiriens. Nachr. d. russ. geogr. Ges. **36**, 111—125, 1900. Russisch.

30. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Rollin D. Salisbury. Recent progress in Glaciology. Science **15**, 374, 353—355, 1902.
J. Rekstad. Om periodiske forandringer hos norske bracer. Norges geologiske undersogelse Nr. 28. Aarbog for 1896 till 1899. 8°. 15 S. mit Abbild., davon 2 S. engl. Resumé. Kristiania, Aschehoug, 1901.
Dr. **J. Martin.** Zur Frage der Stromrichtungen des Inlandeises. [Aus Mitth. der geogr. Ges. in Hamburg.] (27 S.) Gr. 8°. Hamburg, L. Friederichsen u. Co., 1902.
Dr. **Alfred Grund.** Neue Eiszeitspuren aus Bosnien und der Herzegowina. Globus **81**, 10, 149—153, 1902.
Hans Lenk. Die glacialen und postglacialen Bildungen des Trien-Tales. S.-A. a. d. Festschr. d. Univ. Erlangen. 8°. 22 S. Erlangen, Deichert, 1901.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel Reine Physik — **Richard Assmann** Kosmische Physik

I. Jahrg. 15. April 1902. Nr. 7.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 7 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 20. März bis 3. April 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

V. Béthoux et **J. Laffon.** Physique. Résumés synoptiques à l'usage des candidats aux divers baccalauréats. 112 S. Paris, Belin frères, 1902.

P. Conrad. Präparationen für den Physikunterricht in Volks- und Mittelschulen. 1. Mechanik und Akustik. 2. Aufl. VII u. 180 S. Dresden, Bleyl und Kämmerer, 1901.

Konrad Fuss und **Georg Hensold.** Lehrbuch der Physik für den Schul- und Selbstunterricht. 4. Aufl. XII u. 374 S. Freiburg i. B., Herder, 1901.

H. Maser. Die Physik. Hausschatz des Wissens. **1**, 353—384, 1902.

B. Rodrigues y B. Largo. Elementos de Fisica y nociones de Meteorologia. 3. ed. 623 S. Madrid, 1901.

H. Zwick. Elemente der Experimentalphysik zum Gebrauche beim Unterricht bearbeitet. Berlin, L. Oehmigke, 1902.

W. v. Bezold. Nachruf auf Max Eschenhagen. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 79—87, 1902.

R. Börnstein. Zur Erinnerung an Hans Bartsch von Sigsfeld. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 88—97, 1902.

Th. Gross. Hermann v. Helmholtz und die Erhaltung der Energie. Berlin, M. Krayn, 1902.

F. H. Bigelow. Aristotle's Physics and Modern Physics. Phil. Soc. Washington, 1. Febr. 1902. [Science (N. S.) **15**, 390—391, 1902.

Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte. 73. Versammlung zu Hamburg, 22. bis 28. September 1901. Herausgegeben im Auftrage des Vorstandes und der Geschäftsführer von Albert Wangerin. **1.** Die allgemeinen Sitzungen, die Gesammtsitzungen beider Hauptgruppen und die gemeinschaftlichen Sitzungen der naturwissen-

schaftlichen und medicinischen Hauptgruppe. 275 S. Leipzig, Verlag von F. C. W. Vogel, 1902.

The national physical laboratory. Nature **65**, 466—467, 1902.

1b. Maass und Messen.

M. Thiesen. Ueber die gegenseitige Zuordnung der Elemente zweier Scharen nach den Gesetzen des Zufalls. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 98—105, 1902.

C. Pulfrich. Ueber neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereocomparator. ZS. f. Instrk. **22**, 65—81, 1902.

William Weicholdt. Neue Mikrometer. D. Mech.-Ztg. 1902, 53—55.

Cesare Aimonetti. Un esaminatore di livelle del costruttore Bamberg. Atti di Torino **37**, 119—126, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

N. H. Williams. Ein Schulversuch über das dynamische Grundgesetz. School Science, Vol. I, No. 7, Dec. 1901. [ZS. f. Unterr. **15**, 97, 1902.

W. Holtz. Ein eigenartiger Hebel (Skeletthebel). ZS. f. Unterr. **15**, 89—90, 1902.

H. Rebenstorff. Hebervorrichtung mit selbstthätigem Beginn des Fliessens. ZS. f. Unterr. **15**, 90—91, 1902.

P. Rischbieth. Gasvolumetrische Schul- und Vorlesungsversuche. ZS. f. Unterr. **15**, 74—85, 1902.

Lothar Weinhold. Zur Herstellung dauerhafter Flüssigkeitshäutchen. ZS. f. Unterr. **15**, 94—95, 1902.

E. Ruhmer. Apparat zum Nachweis der Lichtempfindlichkeit des Selens und zur Demonstration der Photophonie. ZS. f. Unterr. **15**, 126, 1902.

Apparat zur Demonstration der Photophonie mittels sprechender Bogenlampe. Der Mechaniker **10**, 66, 1902.

Walter Stahlberg. Apparate zur Demonstration der Brechung und Reflexion des Lichtes. ZS. f. Unterr. **15**, 65—74, 1902.

W. Grosse. Der Schäfer'sche Spiegel im Unterricht. ZS. f. Unterr. **15**, 87—89, 1902.

H. Rebenstorff. Ueber das Erstarren von überschmolzenem Natriumacetat. ZS. f. Unterr. **15**, 91—93, 1902.

A. W. C. Menzies. On the sensitiveness of a thermoregulator. Proc. Chem. Soc. **18**, 10, 1902.

K. Noack. Zu den Versuchen über elektrische Schwingungen. ZS. f. Unterr. **15**, 95—96, 1902.

J. Fischer. Ein Schulelektroskop. Versuche mit demselben. 14 S. Tetschen, 1902.

August Schmauss. Eine selbsterregende Thomson'sche Wasserinfluenzmaschine. ZS. f. Unterr. **15**, 86—87, 1902.

W. Biegon von Czudnochowski. Universalvacuumapparate zu Versuchen über elektrische Entladungen in Gasen. ZS. f. Unterr. **15**, 124—126, 1902.

W. Scharf. Nachweis schwacher Ströme durch das Telephon. ZS. f. Unterr. **15**, 93—94, 1902.

Richard Heilbrun. Apparat zur Demonstration von Wechselströmen. Elektrot. ZS. **23**, 239—240, 1902.

W. Merkelbach. Abhängigkeit des Leitungswiderstandes von der Temperatur. ZS. f. Unterr. **15**, 95, 1902.

Guntz. Sur un appareil de chauffage électrique. Bull. Soc. Chim. (3) **27**, 153—158, 1902.

2. Dichte.

J. H. Vincent. The density and coefficient of cubical expansion of ice. Chem. News **85**, 145, 1902.

3. Physikalische Chemie.

J. Livingstone R. Morgan. The Elements of Physical Chemistry. 2. ed. X u. 352 S. New York, John Wiley and Sons; London, Chapman and Hall, Ltd., 1902.

W. Nernst. Ueber die Bedeutung elektrischer Methoden und Theorien für die Chemie. Verh. Ges. D. Naturf. u. Aerzte. 73. Vers. Hamburg, 1901. 1, 83—99. 1902.

Th. W. Richards. Die mögliche Bedeutung der Aenderung des Atomvolumens. ZS. f. phys. Chem. 40, 169—184, 1902.

Theodore William Richards and **Benjamin Stores Merigold.** A new investigation concerning the atomic weight of uranium. Proc. Amer. Acad. 37, 365—395, 1902.

Ernst Beckmann. Beiträge zur Bestimmung von Moleculargrössen. V. Weitere Ausarbeitung der Siedemethode. ZS. f. phys. Chem. 40, 129—157, 1902.

Georges Charpy et **Louis Grenet.** Étude des transformations des aciers par la méthode dilatométrique. C. R. 134, 598—601, 1902.

C. H. Ketner. Gleichgewichte im System: Natriumcarbonat, Aethylalkohol und Wasser. ZS. f. phys. Chem. 39, 641—690, 1902.

J. D. van der Waals. Ternary systems. Proc. Amsterdam 4, 448—463, 1902.

Rudolf Schenck. Ueber das Schwefeltrioxyd. Lieb. Ann. 316, 1—17, 1901.

Wolf Müller. Ueber die Zersetzungsgeschwindigkeit der Brombernsteinsäure in wässeriger Lösung. 22 S. Habilitationsschrift. Freiburg i. B., 1902.

Alwin Mittasch. Ueber die chemische Dynamik des Nickelkohlenoxyds. ZS. f. phys. Chem. 40, 1—83, 1902.

Henry Fay und **C. B. Gillson.** Die Legirungen von Blei und Tellur. Amer. Chem. Journ. 27, 81—95, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 707—708.

L. Bruner. Ueber die Dissociation des Chloralhydrates und Chloralalkoholates in Lösungen. Krak. Anz. 1901, 464—473.

A. de Hemptinne. Sur la formation de l'ozone par les effluves électriques. Bull. Belg. 1901, 612—622.

W. Ostwald. Ueber Katalyse. Verh. Ges. D. Naturf. u. Aerzte. 73. Vers. Hamburg, 1901. 1, 184—201, 1902.

3a. Krystallographie.

E. Weinschenk. Ueber die Plasticität der Gesteine. Centralbl. f. Min 1902, 161—171.

4. Mechanik.

O. Lübeck. Mechanik. 1. (Statik). Unterweisungen und Beispiele. 5. Aufl. (Unterrichtswerke, Methode Hittenkofer, Lehrfach Nr. 60). Strelitz, M. Hittenkofer, 1901.

S. Zaremba. Beitrag zur Theorie einer Gleichung der mathematischen Physik. Krak. Anz. 1901, 477—484.

Leo Königsberger. Die Principien der Mechanik für mehrere unabhängige Variable. Crelle's Journ. 124, 208—244, 1902.

J. Weingarten. Ueber den Satz vom Minimum der Deformationsarbeit. Leipzig, 1902.

K. Bohlin. Sur l'extension d'une formule d'Euler et sur le calcul des moments d'inertie principaux d'un système de points matériels. Öfv. Stockholm 58, 715—719, 1901.

Emil Waelsch. Binäranalyse zur Mechanik deformirbarer Körper. Wien. Anz. 1902, 82—84.

Karl T. Fischer. Neuere Versuche zur Mechanik der festen und flüssigen Körper. Mit einem Anhange über das absolute Maasssystem. Leipzig, Teubner, 1902.

Combebiac. Sur la force vive utisable. Bull. soc. math. 29, 314—317, 1901.

Paul Gerber. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation. Progr. Stargard, 24 S. 1902.

A. G. Webster. Spherical Pendulum. Amer. Phys. Soc., 22. Febr. 1901. [Science (N. S.) 15, 426, 1902.

Max Koppe. Die Bewegung des Kreisels. Sitzber. Berl. Math. Ges., 29. Jan. 1902, 22—24.

5. Hydromechanik.

P. Duhem. Sur l'extension du théorème de Lagrange aux liquides visqueux. C. R. **134**, 580—581, 1902.

Ladislas Natanson. Sur la propagation d'un petit mouvement dans un fluide visqueux. Krak. Anz. 1902, 19—35.

E. Budde. Kleine Bemerkung zur Helmholtz'schen Wirbeltheorie. Sitzber. Berl. Math. Ges., 29. Jan. 1902, 21—22.

6. Aeromechanik.

G. W. A. Kahlbaum. Erwiderung an Herrn F. Neesen. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 72—76, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

L. N. G. Filon. On the elastic Equilibrium of circular Cylinders under certain practical Systems of Load. Phil. Trans., 76 S., 1902.

Lord **Kelvin.** A new Specifying Method for Stress and Strain in an Elastic Solid. Phil. Mag. (6) **3**, 444—448, 1902.

W. Schüle. Die Biegungslehre gerader Stäbe mit veränderlichem Dehnungscoëfficienten. Dingl. Journ. **317**, Heft 10, 6 S., 1902.

7b. Capillarität.

Leduc et **Sacerdote.** Sur la cohésion des liquides. C. R. **134**, 589—594, 1902.

G. Quincke. Ueber Oberflächenspannung und flüssige Niederschläge. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 46—54, 1902.

W. Ramsay. On the molecular surface energy of some mixtures of liquids. Dublin Acad., Febr. 24, 1902. [Nature **65**, 479, 1902.

7c. Lösungen.

Wilhelm Biltz. Zur Kenntniss der Lösungen anorganischer Salze in Wasser. ZS. f. phys. Chem. **40**, 185—221, 1902.

Louis Kahlenberg. Nitriles as solvents in molecular weight determinations. Journ. Phys. Chem. **6**, 45—49, 1902.

J. H. van 't Hoff, W. Meyerhoffer u. **F. G. Cottrell.** Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XXV. Die Bildung von Langbeinit und deren untere Temperaturgrenze in den Salzlagern bei 37°. Berl. Ber. 1902, 276—282.

Frank K. Cameron and **Atherton Seidell.** Solubility of calcium carbonate in aqueous solutions of certain electrolytes in equilibrium with atmospheric air. Journ. Phys. Chem. **6**, 50—56, 1902.

R. Abegg und **H. Riesenfeld.** Ueber das Lösungsvermögen von Salzlösungen für Ammoniak und Messungen seines Partialdrucks. I. ZS. f. phys. Chem. **40**, 84—108, 1902.

Carl Barus. Persistent Nuclei Produced by shaking solutions of solids, liquids or gases. Amer. Phys. Soc., 22. Febr. 1902. [Science (N. S.) **15**, 426, 1902.

H. B. Holsboer. Die theoretische Lösungswärme von $CdSO_4 . {}^8/_3 H_2O$. ZS. f. phys. Chem. **39**, 691—710.

Theodore William Richards and **Ebenezer Henry Archibald.** The decomposition of mercurous chloride by dissolved chlorides: a contribution to the study of concentrated solutions. Proc. Amer. Acad. **37**, 347—361, 1902.

G. Bruni e **M. Padoa.** Sull' esistenza di corpi racemici in soluzione. Lincei Rend. (5) **11** [1], 212—217, 1902.

D. Nicintosh. Inorganic ferments. Journ. Phys. Chem. **6**, 15—44, 1902.

7d. Diffusion.

J. Thovert. Sur une application nouvelle des observations optiques à l'étude de la diffusion. C. R. **134**, 594—596, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

M. G. Levi. Assorbimento dei gas in solventi organici ed in soluzioni di solventi organici. Gazz. chim. Ital. 31 [2], 513—542, 1901.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

F. L. Tufts. The transmission of sound through solid walls. Amer. Phys. Soc., 22. Febr. 1902. [Science (N. S.) 15, 426, 1902.

Eugen Dreher. Consonanz und Dissonanz der Töne. Gaea 37, 559—565, 1901.

M. Lagally. Die Schallphänomene auf der Treppe zur Walhalla. Ber. naturw. Ver. Regensburg 8, 54—60, 1901.

Edwin H. Barton. Air-Pressures used in playing Brass Instruments. Phil. Mag. (6) 3, 385—393, 1902.

Ernst Ruhmer. Ueber lautsprechende Telephone. Der Mechaniker 10, 64—65, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

B. Dessau. Neue Untersuchungen über den Aether. Umschau 6, 81—85, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

Michelson. Velocity of Light. Amer. Phys. Soc., 22. Febr. 1902. [Science (N. S.) 15, 426, 1902.

Otto Spies. Künstliche Nachbildung des Lichtstrahlenquerschnittes. Ein Plausibulum. Gaea 37, 478—486, 1901.

A. Schuller. Ueber die richtige Unterscheidung der collectiven und dispansiven optischen Systeme. Math.-naturw. Ber. aus Ungarn 17, 83—95, 1899.

W. H. Julius. Note on the anomalous dispersion of sodium vapour. Chem. News 85, 133, 1902.

Paolo Rossi. Sulla dispersione anomala della fucsina. Rend. Lomb. (2) 35, 236—243, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

Gallus Wenzel. Wesen und Bedeutung der Spectralanalyse. Himmel und Erde 14, 241—253, 1902.

R. W. Wood. A suspected case of Electrical Resonance of Minute Metal Particles for Light-waves. A New Type of Absorption Phys. Soc. London, 14. March 1902. [Chem. News 85, 141, 1902. Phil. Mag. (6) 3, 396—410, 1902.

E. Hagen und **H. Rubens.** Die Absorption ultravioletter, sichtbarer und ultrarother Strahlen in dünnen Metallschichten. Verh. D. Phys. Ges. 4, 55—63, 1902.

13. Photometrie.

Joh. Koenigsberger. Spectralvorrichtung am Mikrophotometer. ZS. f. Instrk. 22, 88—89, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

L. E. O. de Visser. Essai d'une théorie sur la phosphorescence de longue durée, spécialement sur celle des sulfures alcalino-terreux. Rec. trav. chim. Pays Bas et Belge (2) 20, 435—456, 1901.

H. Dufour. Substances radioactives. · C. R. Soc. Vaud., 20. Novbr. 1901. [Arch. sc. phys. (4) 13, 185—186, 1902.

E. Rutherford and **F. Soddy.** An investigation of the radioactive emanation produced by thorium compounds. Proc. Chem. Soc. 18, 2—5, 1902.

J. Elster et **H. Geitel.** Recherches sur la radioactivité induite par l'air atmosphérique. Arch. sc. phys (4) 13, 113—128, 1902.

15 a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

J. Macé de Lépinay. Franges d'interférence et leurs applications métrologiques Scientia. Physique mathematique No. 14, 101 S. Cartres, impr. Durand, 1902.

James Walker. The differential equations of Fresnel's polarisation-vector, with an extension to the case of active media. Roy. Soc. London, 6 March, 1902. [Nature 65, 502, 1902.

15 b. Drehung der Polarisationsebene.

15 c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Karl Worel. Photographie in natürlichen Farben auf Papier. Wien. Anz. 1902, 79—82.

17. Physiologische Optik.

J. Paul Goode. Injuries to the eye, caused by intense light. Science (N. S.) 15, 433, 1902.

18. Optische Apparate.

C. Pulfrich. Ueber neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereocomparator. ZS. f. Instrk. 22, 65—81, 1902.

Joh. Königsberger. Spectralvorrichtung am Mikrophotometer. ZS. f. Instrk. 22, 88—89, 1902.

W. Cassie. Multiple Transmission Fixed-Arm Spectroscopes. Phil. Mag. (6) 3, 449—457, 1902.

Karl Fritsch. Die Relieflupe, eine neue binoculare, stereoskopische Lupe. Gaea 37, 422—424, 1901.

IV. Wärmelehre.

19 a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

E. Cesaro. Intorno ad una limitazione di costanti, nella teoria analitica del calore. Rend. Napoli (3) 8, 31—38, 1902.

19 b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

L. A. Bauer. Their rôle in thermodynamics and thermochemistry. Phil. Soc. Washington 15. Febr. 1902. [Science (N. S.) 15, 430, 1902.

K. Olszewski. Bestimmung der Inversionstemperatur der Kelvin'schen Erscheinung für Wasserstoff. Krak. Anz. 1901, 453—459.

F. Caubet. Die Verflüssigung von Gasgemischen. ZS. f. phys. Chem. 40, 257—367, 1902.

Ph. A. Kohnstamm. Over de gedaante der empirische isotherm van en binair mengsel. Versl. Amsterdam 1902, 432—438.

Ph. A. Guye et **Ed. Mallet.** Recherches expérimentales sur la mesure des constantes critiques. Arch. sc. phys. (4) 13, 129—143, 1902.

J. W. Mellor. On a Law of Molecular Attraction. Phil. Mag. (6) 3, 423—424, 1902.

19 c. Kinetische Theorie der Materie.

H. Mache. Ueber die Verdampfungswärme und die Grösse der Flüssigkeitsmolekel. Wien. Anz. 1902, 90—91.

19 d. Technische Anwendungen.

R. Lezé. Une machine thermique idéale. Rev. gén. des sc. 13, 93—96, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

J. H. Vincent. The density and coefficient of cubical expansion of ice. Chem. News **85**, 145, 1902.

Georges Charpy et **Louis Grenet.** Sur la dilatation des aciers aux températures élevées. C. R. **134**, 540—542, 1902.

A. E. Tutton. The thermal expansion of porcelain. Phys. Soc. London, March 14, 1902. [Chem. News **85**, 140, 1902.

A. L. Day. Measurement of high temperature. Phil. Soc. Washington, Febr. 15, 1902. [Science (N. S.) **15**, 429, 1902.

B. Meilink. On the measurement of very low temperatures IV. Comparison of the platinum thermometer with the hydrogen thermometer. Amsterdam Proc. **4**, 495—500, 1902.

Angelini Sebastiano. Un idrotermometro a scatola. Cim. (5) **3**, 84—85, 1902.

G. Goisot. Pyromètres Siemens et Halske, A.-G. L'éclair. électr. **30**, 446—450, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22 a. Schmelzen und Erstarren.

C. Schuyten. Note critique sur la détermination des points de fusion. Bull. Assoc. Belge Chim. **15**, 372—373, 1901.

22 b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

E. B. H. Wade. A new Hygrometric Method. Phil. Mag. (6) **3**, 380—385, 1902.

F. Caubet. Die Verflüssigung von Gasgemischen. ZS. f. phys. Chem. **40**, 257—367, 1902.

23. Calorimetrie.

C. Matignon et **E. Monnet.** Chaleur spécifique et masse atomique du vanadium. C. R. **134**, 542—545, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24 a. Wärmeleitung.

D. Korda. Einfluss des Magnetismus auf die Wärmeleitfähigkeit des Eisens. Math.-nat. Ber. a. Ungarn **17**, 313—328, 1899.

C. Schuyten. Nouvelle vérification de la loi de Lambert sur la vitesse de la conductibilité calorifique de l'eau. Bull. Assoc. Belge Chim. **15**, 373—374, 1901.

P. Compan. Pouvoir refroidissant de l'air aux pressions élevées et de l'air en mouvement. C. R. **134**, 522—524, 1902.

24 b. Wärmestrahlung.

Hermann Steinmetz. Strahlende Materien. Ber. naturw. Ver. Regensburg **8**, 45—54, 1900.

G. Goisot. Pyromètres Siemens et Halske, A.-G. L'éclair. électr. **30**, 446—450, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Elektrotechnik in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von G. Benischke. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

1. Gustav Benischke. Die Schutzvorrichtungen der Starkstromtechnik gegen atmosphärische Entladungen. VII u. 42 S.
2. Gustav Benischke. Der Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen. VII u. 55 S.

Paul Blaschke. Wörterbuch der Elektrotechnik in drei Sprachen. 2, Französisch-Deutsch-Englisch (Dictionaire électrotechnique. Français-Allemand-Anglais). VIII u. 144 S. Leipzig, Hirzel, 1902.

A. Korn. Ueber die natürliche, elektrische Belegung einer beliebigen, stetig gekrümmten Conductoroberfläche. Münch. Ber. **31**, 425—434, 1901.

T. Levi-Civita. Influenza di uno schermo conduttore sul campo elettromagnetico di una corrente alternativa parallela allo schermo. Lincei Rend. (5) **11** [1], 191—198, 1902.

Norman E. Gilbert. Some Experiments upon the Relations between Aether, Matter and Electricity. Phil. Mag. (6) **3**, 361—380, 1902.

C. A. Chant. An Experimental Investigation into the Skin-effect in Electrical Oscillators. Phil. Mag. (6) **3**, 425—444, 1902.

W. Kaufmann. Die Entwickelung des Elektronenbegriffs. Verh. Ges. D. Naturf. u. Aerzte. 73. Vers. Hamburg, 1901, **1**, 115—126, 1902.

Ernst Lecher. Ueber die Entdeckung der elektrischen Wellen durch Heinrich Hertz und die weitere Entwickelung dieses Gebietes. Verh. Ges. D. Naturf. u. Aerzte. 73. Vers. Hamburg, 1901, **1**, 27—43, 1902.

Charles Nordmann. Explication de divers phénomènes célestes par les ondes hertziennes. C. R. **134**, 530—533, 1902.

H. Deslandres et **Décombe.** Sur la recherche d'un rayonnement hertzien émané du Soleil. C. R. **134**, 527—530, 1902.

R. W. Wood. A suspected case of the Electrical Resonance of Minute Metal Particles for Light-waves. A New Type of Absorption. Phys. Soc. London, 14. March 1902. [Chem. News **85**, 141, 1902. Phil. Mag. (6) **3**, 396—410, 1902.

Fritz Harms. Ueber die Verwendung des Calorimeters zu Messungen mit schnellen elektrischen Schwingungen. 43 S. Diss. Göttingen. Würzburg, 1901.

A. Slaby. Die wissenschaftlichen Grundlagen der Funkentelegraphie. II. Mitth. Elektrot. ZS. **23**, 254—258, 1902.

Ercolini. Sulla variazione della costante dielettrica del caoutchouc con la trazione. Cim. (5) **3**, 85, 1902.

Paul L. Mercanton. Contribution à l'étude des pertes d'énergie dans les diélectriques. 63 S. Diss. Lausanne, Impr. Corbaz et Cie., 1902.

P. Sacerdote. Remarque ou sujet d'une note de M. More, sur la tension diélectrique. L'éclair. électr. **30**, 443—444, 1902.

Cantone. Sur l'électrostriction: Réponse à une note de M. More. L'éclair. électr. **30**, 443—444, 1902.

A. Roth. Physikalische Probleme der Gleichstrommaschine. Arch. d. Math. u. Phys. (3) **3**, 34—53, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

Eine neue lichtempfindliche Zelle. Der Mechaniker **10**, 65, 1902.

27. Elektrostatik.

Lucien Poincaré. Sur l'emploi de l'électromètre capillaire pour la mesure des différences de potentiel vraies au contact des amalgames et des électrolytes. C. R. **134**, 527, 1902.

H. Geitel. Ueber die Anwendung der Lehre von den Gasionen auf die Erscheinungen der atmosphärischen Elektricität. Verh. D. Naturf. u. Aerzte. 73. Vers. Hamburg, 1901, **1**, 127—138, 1902.

28. Batterieentladung.

Andrea Naccari. Relazione sulla Memoria del Prof. A. Battelli e L. Magri: Sulle scariche oscillatorie. Atti di Torino **37**, 158, 1902.

Arthur Moehlmann. Ueber Ausstrahlung hochgespannter Wechselströme von hoher Frequenz aus Spitzen. 40 S. Diss. Freiburg i. Br, 1901.

29. Galvanische Ketten.

R. Zuppinger. Elektromotorische Kräfte von Schwefelmetallen und Acetylengasketten. 47. S. Diss. Strassburg, 1900.

Erich Müller. Die elektromotorische Kraft der Chlorknallgaskette. ZS. f. phys. Chem. 40, 158—168, 1902.
K. Schaum. Ueber die Formeln für Oxydationselektroden und Oxydationsketten. Sitzber. Ges. z. Bef. d. Naturw. Marburg, 2. Febr. 1902.
C. Auer v. Welsbach. Verbesserungen an Accumulatoren oder Secundärelementen. Centralbl. für Acc.-, Elem.- u. Accumobilenkde. 3, 24—26, 1902.
W. Jaeger. Die Theorie des Bleiaccumulators vom Standpunkt der physikalischen Chemie nach F. Dolezalek. Centralbl. f. Acc.-, Elem.- u. Accumobilenkde. 3, 81—83, 1902 (Schluss).

80. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

W. J. Milham. Ueber die Verwendbarkeit der Braun'schen Röhre zur Messung elektrischer Felder. 68 S. Diss. Strassburg, 1901.
A. L. Faley and **R. E. Nyswander.** A modified Wehnelt-Interrupter. Electr. World and Engineer 39, 373—374.
J. J. Szczepanik. Elektrolytischer Stromunterbrecher. Der Mechaniker 10, 65—66, 1902.
V. Crémien. Sur un relais électrostatique. C. R. 134, 524—526, 1902.

81. Elektrische Maasse und Messungen.

W. Williams. The temperature variation of the Electrical resistances of pure metals and allied matters. Phys. Soc. London, March 14, 1902. [Chem. News 85, 140—141, 1902.
Emil Bose. Ueber die Natur der Elektricitätsleitung in elektrolytischen Glühkörpern. Gött. Nachr. 1902, 1—19.
Hans Wolf. Beitrag zur Kenntniss der Leitfähigkeiten gemischter Lösungen von Elektrolyten. ZS. f. phys. Chem. 40, 222—255, 1902.
A. de Hemptinne. Sur la conductibilité électrique de la flamme et des gaz. Bull. Belg. 1901, 600—612.

82. Elektrochemie.

James Locke. Elektroaffinität als Basis für die Systematisirung anorganischer Verbindungen. Amer. Chem. Journ. 27, 105—117, 1902.
P. Langevin. Sur la recombinaison des ions dans les gaz. C. R. 134, 533—536, 1902.
D. L. Chapman and **F. A. Lidbury.** Experiments for the purpose of discovering whether Faraday's law may be considered as applying to gases. Manchester Soc. Febr. 18, 1902. [Nature 65, 478—479, 1902.
Louis Kahlenberg. Instantaneous chemical reactions and the theory of electrolytic dissociation. Journ. Phys. Chem. 6, 1—14, 1902.
Werner v. Bolton. Ueber directe Vereinigung von Chlor mit Kohlenstoff. ZS. f. Elektrochem. 8, 165—170, 1902.
H. E. J. G. du Bois. Over gepolariseerde asymmetrische tollen. Versl. Amsterdam 1902, 415—432, 504—521.

83. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

A. Abt. Thermoelektrische Kraft einiger Metalloxyde und Sulfide in Verbindung mit einander und mit einfachen Metallen bei 100° Temperaturunterschied der Berührungsstellen. Math.-nat. Ber. aus Ungarn 17, 292—313, 1899.
Ernest Meritt and **O. M. Stewart.** Measurements of the current between a cold metal and an incandescent carbon cathode. Amer. Phys. Soc. 22. Febr. 1902. [Science (N. S.) 15, 426—427, 1902.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

85. Elektrisches Leuchten.

E. Warburg. Ueber den Geschwindigkeitsverlust, welchen die Kathodenstrahlen beim Durchgang durch dünne Metallschichten erleiden. Berl. Ber. 1902, 267—269.

L. Austin u. **H. Starke.** Ueber die Reflexion der Kathodenstrahlen und eine damit verbundene neue Erscheinung secundärer Emission. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 106—126, 1902.

E. Goldstein. Ueber die erste Schicht des Kathodenlichtes inducirter Entladungen. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 64—71, 1902.

A. Schuller. Secundäre Kathodenstrahlen. Math.-nat. Ber. aus Ungarn **17**, 281—292, 1899.

A. Wehnelt. Distribution of current at the surface of cathodes in vacuum tubes. Electrician **48**, 819—823, 1902.

85a. Röntgenstrahlen.

86. Magnetismus.

James Russell. On magnetic shielding in hollow iron cylinders the magnetising force being transverse to the axis of the cylinder. Edinburgh Roy. Soc. Febr. 3, 1902. [Nature **65**, 479, 1902.

L. H. Siertsema. De dispersie der magnetische draaiing van polarisatievlak in negatief draaiende zontoplossingen, II. Verdere metingen met rood bloedloogzont. Versl. Amsterdam 1902, 400—403.

Ascoli. Sulla stabilità del magnetismo temporaneo e permanente. Cim. (5) **3**, 5—70, 1902.

H. Nagaoka et **K. Honda.** La magnétostriction des aciers au nickel. C. R. **134**, 536—538, 1902.

Ch. Ed. Guillaume. Remarques sur les recherches de M. M. Nagaoka et Honda. C. R. **134**, 538—539, 1902.

F. Osmond. Remarques sur une Note récente de M. M. Nagaoka et Honda, relative à la magnétostriction des aciers au nickel. C. R. **134**, 596—598, 1902.

A. P. Wills. Magnetostriction in Bismuth. Amer. Phys. Soc. 22 Febr. 1902. [Science (N. S.) **15**, 426.

A. Korn. Allgemeine Lösung des Problems der magnetischen Induction. Münch. Ber. **31**, 435—440, 1901.

Pietro Moretto. Studio sul fenomeno di Hall nei liquidi. Cim. (5) **3**, 80—84, 1902.

B. Weinstein. Ueber die elektromagnetischen Kräfte der Erde und über Kräfte überhaupt. Himmel u. Erde **14**, 256—274, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Augusto Righi. Ancora sulla questione del campo magnetico generato dalla convezione elettrica. Cim. (5) **3**, 71—80, 1902.

88. Elektrodynamik. Induction.

W. M. Varley. Ueber den im Eisen durch schnell oscillirende Stromfelder inducirten Magnetismus. 43 S. Diss. Strassburg, 1901.

Ernest Wilson. The Dristibution of Magnetism as Affected by Induced Currents in an Iron Cylinder when Rotated in a Magnetic Field. Roy. Soc. London, 30. Jan. 1902. [Nature **65**, 502, 1902.

John Trowbridge. The Induction Coil. Phil. Mag. (6) **3**, 393—396, 1902.

89. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Nils Ekholm. Ueber den Energievorrath, die Temperatur und Strahlung der Weltkörper. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handlingar **26**, 1, 1—73, 1900.

E. Rogovsky. On the temperature and composition of the Atmospheres of the Planets and the Sun. (S.-A.)

The Photographic chart of the Heavens. Réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte photographique du ciel, tenue à l'Observatoire de Paris en 1900. Paris, Gauthier-Villars.

Edward C. Pickering. Objects having peculiar spectra. Astrophys. Journ. **14**, 2, 144—146, 1902.

J. Halm. On Prof. Arrhenius' Theory of Cometary Tails and Aurorae. Nature **65**, 1688, 415—416.

C. L. Dodlittle. The Constant of Aberration. Science **15**, 373, 284—285, 1902.

Edwin B. Frost. The Bruce Spectrograph of the Yerkes Observatory. Science **15**, 373, 298, 1902.

H. M. Reese. A determination of the cause of the Discrepancy between measures of Spectrograms made with violet to left and with violet to right. Science **15**, 373, 294, 1902.

W. W. Campbell. A description of the second (Chile) Mills Spectrograph. Science **15**, 373, 288, 1902.

W. W. Campbell. Some recent results secured with the Mills spectrograph. Astrophys. Journ. **14**, 2, 138—144, 1902.

G. W. Ritchey. Astronomical Photography with the 40 inch Refractor and the Two-foot Reflector of the Yerkes Observatory (Illustrated with lantern slides). Science **15**, 373, 297, 1902.

1B. Planeten und Monde.

K. Strehl. Verdoppelung der Marscanäle. Centralztg. f. Opt. u. Mech. **22**, 221, 1901.

1C. Fixsterne und Nebelflecken.

W. H. Wright. A determination of the wave lengths of the Brighter Nebular Lines. Science **15**, 373, 294, 1902.

Frank W. Very. The Nebula about Nova Persei 1901. Science **15**, 373, 292, 1902.

Wilhelm Foerster. Der Fortgang der Erscheinungen innerhalb der in der Umgebung des neuen Sternes im Perseus wahrgenommenen Nebelgebilde. Mitth. Ver. Freund. Astr. u. kosm. Phys. **12**, 2, 17—18, 1902.

M. Ivanovski. Observations de la Nova Persei à l'observatoire astronomique de Kasan. Astr. Nachr. **158**, 3775, 104—109, 1902.

Ph. Fauth. Beobachtungen der Nova Persei (Ch. 1226). Astr. Nachr. **158**, 3775, 110, 1902.

C. D. Perrine. Discovery of motion in the Faint Nebula surrounding Nova Persei. Science **15**, 373, 293, 1902.

Sir **Norman Lockyer.** The Chemical Origins of the Lines in Nova Persei. Proc. Roy. Soc. 69, 456, 354—359, 1902.
W. W. Campbell. Four new Spectroscopic Binaries. Science 15, 373, 295, 1902.
New double stars. Bulletin No. 3. Lick Observatory.
W. W. Campbell. Six stars with variable radial velocity. Bulletin No. 4. Lick Observatory.

1 D. Die Sonne.

J. Y. Buchanan. Solar radiation. Nature 64, 1662, 456—459, 1901.
Nils Ekholm. Ueber die Periodicität der Sonnenthätigkeit. Bihang. k. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 26, 5, 1—71, 1900.
Frank H. Bigelow. The Magnetic Theory of the Solar Corona. Sill. Journ. 11, 64, 253—262, 1901.
S. A. Mitchell. The spectrum of the Chromosphere. Nature 65, 1688, 423, 1902.
A. Schmidt. Ueber die Doppellinien im Spectrum der Chromosphäre. Phys. ZS. 3, 259—260, 1902.
George E. Hale. A remarkable disturbance of the sun's reversing layer. Science 15, 373, 297, 1902.

1 E. Kometen.

Karl Schwarzschild. Der Druck des Lichtes auf kleine Kugeln und die Arrhenius'sche Theorie der Kometenschweife. Sitzber. München 3, 293—338, 1901.
Percival Lowell. On the capture of Comets by Jupiter. Science 15, 373, 289, 1902.

1 F. Meteore und Meteoriten.

J. K. Rees. Observations of Meteors. November 13—16, 1901. Science 15, 373, 290, 1902.
A. G. Högbom. Meteorite swarms. Bull. Geol. Inst. Univers. Upsala. 5 Part., 1, 9, 132—143.
T. W. Backhouse. The Quadrantid Meteors. Nature 65, 1689, 439, 1901.
Dr. **F. Koerber.** Mittheilung von Meteorbeobachtungen. Mitth. Ver. Freund. u. Astr. kosm. Phys. 12, 2, 26—28, 1902.
Prof. Dr. **Friedrich Berwerth.** Ueber das neue Meteoreisen von Mukerop. Wien. Anz. Nr. 6, 46, 1902.
Falsche Meteorsteine. Himmel u. Erde 14, 6, 282—284, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

Guy J. Bridges. The Zodiacal Light and Sun Pillars. Nature 65, 1689, 439, 1902.
H. Seeliger. Ueber kosmische Staubmassen und das Zodiakallicht. Sitzber. München 3, 265—292, 1901.
J. P. Maclear. The Zodiacal Light. Nature 65, 1688, 416, 1902.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

J. Vincent. Deux vieux Journaux météorologiques. Bruxelles. (Annuaire météorolog. 1901, 12, 43 pp.
E. Less. Aus der meteorologischen Gesellschaft. Das Wetter 19, 2, 42—43, 1902.
Monméja. Résumé nouvelle théorie météorologique et cosmographique. Villeneuve-sur-Lot. imp. Calixte Leygues, s. d.; 1 fasc. In-12. (Hommage de l'auteur.

R. Gautier. Extension de la publication mensuelle des Observations météorologiques de Genève (Observatoire et du Grand Saint-Bernard). Arch. sc. phys. nat. 107, 2, 207—208, 1902.

W. Brennecke. Sylvester auf dem Brocken. Das Wetter 19, 2, 43—46, 1902.

Dr. **R. Börnstein.** Schül-Wetterkarten. 12 Wandkarten unter Benutzung der Typen von van Bebber u. Teisserenc de Bort für Unterrichtszwecke zusammengestellt. Dietrich Reimer (Ernst Vohsen), Berlin SW., Wilhelmstr. 29.

Dr. **Grohmann,** Chemnitz. Die klimatischen Verhältnisse des Königreichs Sachsen in ihrer Abhängigkeit von Luftdruck und Windursprung. (Fortsetzung.) Das Wetter 19, 2, 32—41, 1902.

Die Witterung an der deutschen Küste im Januar 1902. Mittel, Summen und Extreme aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normalbeobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste. Ann. d. Hydr. 30, 3, 164—168.

Richard Assmann. Die meteorologischen Verhältnisse während der Todesfahrt des Hauptmanns von Sigsfeld am 1. Februar 1902. Das Wetter 19, 2, 25—32, 1902.

Rudel. Die Witterung Nürnbergs im Jahre 1900. Nürnberg, 1901, 8, 32 S.

R. Gautier. Résumé météorologique de l'année 1900 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. (Suite et fin.) Arch. sc. phys. nat. 107, 2, 148—181, 1902.

Osservazioni Meteoriche fatte nel R. Osservatorio di Capodimonte Febbraio 1902. Rendi Napoli 8, 2, 46, 1902.

Meteorologische Beobachtungen am meteorologischem Observatorium in Agram in den Jahren 1898 bis 1900. Kroatisch und Deutsch. [Agram, 1901. Qu.-Fol. 33 S.

Wilhelm Koch. Die Witterung zu Tsingtau im September, October und November 1901, nebst einer Zusammenstellung für die vier Jahreszeiten und das Jahr December 1900 bis einschliesslich November 1901. Ann. d. Hydr. 30, 3, 131—136, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

Dr. **J. Valentin.** Der Staubfall vom 9. bis 12. März 1901. Wien. Anz. Nr. 7, 66, März 1902.

Clement Reid. The recent fall of red dust. Nature 65, 1688, 414.

J. Orlig. Neuer Staubfall. Das Wetter 19, 2, 46, 1902.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

2 D. Luftdruck.

2 E. Winde und Stürme.

L. E. Dinklage. Orkan im östlichen Theile des nordatlantischen Passatgebietes im September 1900. Ann. d. Hydr. 30, 3, 148—149, 1902.

A very remarkable barograph trace, obtained during a typhoon on August 2—3, 1901. Quart. Journ. Roy. Met. Soc. January.

Martin Jansson. Sur la trombe de Boräs le 3 Juillet 1899. Bihang. Svenska. Vet.-Akad. Handlingar 26, 3, 1—9, 1900.

2 F. Wasserdampf.

H. Elias. Nebelfall. Das Wetter 19, 2, 46—47, 1902.

2 G. Niederschläge.

Hugh Robert Mill. British Rainfall. Science 15, 376, 436, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

Julius Assmann sen. Die atmosphärischen Begleiterscheinungen des Gewitters vom 2. Januar 1902. Das Wetter 19, 2, 41—42, 1902.

Dr. **V. Conrad.** Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität. 8 und 9. Wien. Anz. Nr. 6, 42, 1902.

2 J. Meteorologische Optik.

S. J. Bailey. The duration of the twilight within the tropics. Science 15, 373, 286, 1902.

Bernhard Brunhes. Beobachtung des Brockengespenstes (couronne antisolaire) auf dem Puy de Dôme. C. R. 133, 1204—1207, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 13, 161—162, 1902.

Ernst Leyst. Ueber den Regenbogen in Russland. Bull. de Soc. imp. des Nat. de Moscou, 102—184, 1901.

W. H. Graham. Sun pillars. Nature 65, 1690, 465, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

2 M. Praktische Meteorologie.

K. Keller. Der atmosphärische Fixpunkt, von dem aus die aussergewöhnlich heissen und trockenen Jahrgänge in Mitteleuropa, zu denen das zukünftige Jahr 1902 gehören wird, drei Jahre zum Voraus angezeigt werden können. Leipzig, E. H. Mayer.

R. Börnstein. Wetterdienst. Das Wetter 19, 2, 47—48, 1902.

2 N. Kosmische Meteorologie.

2 O. Meteorologische Apparate.

2 P. Klimatologie.

H. L. Abbot. The present condition of the Panama Canal. Engineering Mag., January 1902.

E. Ramann. Das Vorkommen klimatischer Bodenzonen in Spanien. ZS. Ges. Erdk. Berlin, Nr. 2, 165, 1902.

H. Müller. Das Klima von Calw nach 100 jährigen Wetterbeobachtungen. Stuttgart (Jahresh. Ver. vaterl. Naturk.), 1901. 8°. 32 S. mit 2 Tafeln.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

Dr. **Ernst Wendt.** Correspondirende Höhen. Ann. d. Hydr. 30, 3, 152—156, 1902.

V. Carlheim Gyllensköld. Travaux de l'expédition suédoise au Spitzberg en 1898 pour la mesure d'un arc du Méridien. Bihang. k. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 26, 4, 1—54, 1900.

Hermann S. Davis. The latitude variation observatory of the international Geodetic Association. Science 15, 373, 289, 1902.

H. Kimura. New annual term in the Variation of latitude. Astron. Journ. 22, 107—108.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

Sv. Arrhenius. Zur Physik des Vulcanismus. Geol. Fören. Förhandl. 22, Nr. 201, H. 5. S.-A. 26 S., 1901.

S. Arcidiacono. Sul periodo eruttivo dell' Etna dal 19 luglio al 5 Agosto 1899. (Atti A. Gioenia di Sc. Nat. in Catania 13, Ser. 4ª). Gr. 8°. 42 pp. Catania, 1900.

A. Mascari. Il cratere dell' Etna dopo l'esplosione del 19 et 25 luglio 1899. S.-A. aus B. S. Sismol. Ital. 5. Gr. 8°. 10 pp. Modena, 1899.

Salv. Arcidiacono. L'esplosione centrale dell' Etna 19 luglio 1899. S.-A. aus B. S. Sismol. Ital. 5. Gr. 8°. 12 pp. Modena, 1899.

8 F. Erdbeben.

E. Wiechert. Principien für die Beurtheilung der Wirksamkeit von Seismographen. Fortsetz. u. Schluss. Phys. ZS. 2, 41, 605—609, 1901.

John Milne. Earthquake observations in Strassburg. Nature 65, 1689, 438, 1902.

J. M. Seismology in Austria. Nature 65, 1690, 475—476, 1902.

Cosimo de Giorgi. Ricerche su i terremoti avvenuti in terra d'Otranto dal XI al secolo XIX. (S.-A. aus Mem. della Pont. A. dei Nuovi Lincei 15. 4°. 62 pp. Rom, 1898.) Ref.: Lbt. Peterm. Mitth. 48, 3, 40, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

E. Jahr. Untersuchungsergebnisse über den natürlichen elektrischen Erdstrom. Elek. ZS. 23, 10, 1902.

Prof. Dr. **B. Weinstein.** Ueber die elektromagnetischen Kräfte der Erde und über Kräfte überhaupt. Himmel und Erde 14, 6, 256—274, 1902.

Die erdmagnetischen Messungen. Nat. Rdsch. 17, 13, 167, 1902.

V. Raulin. Variation séculaire du magnétisme terrestre. Ann. Chim. Phys. 25, 289—307, 1902.

F. Contarino. Determinazioni assolute del' Inclinazione Magnetica nel R. Osservatorio di Capodimonte eseguite negli anni 1898, 1899 e 1900. Rendic. Napoli 8, 2, 38—45, 1902.

Michelle Rajna. Sull' escursione diurna della declinazione magnetica a Milano in relazione col periodo delle macchie solari. Resultati di osservazioni eseguite nel R. Osservatorio di Brera. Estratto dal: Rendic. del R. Ist. Lomb. di sc. e lett. (2), 35, 1902.

Adam Paulsen. Resultat de quelques mesures faites par M. Scheiner de parties correspondantes des spectres de l'aurore polaire et de la lumière cathodique de l'azote. Extrait: Bulletin de l'Académie des Sciences et des Lettres de Danemark 1901. 1 fasc. In-8.

Th. Moureaux. De l'influence des courants „Vagabonds“ sur le champ magnétique terrestre à l'observatoire du Parc Saint-Maur. Annu. soc. mét. de France 50, Février, 42—46, 1902.

W. van Bemmelen. Die Abweichung der Magnetnadel; Beobachtungen, Säcularvariation, Werth- und Isogonensysteme bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. (R. Magnetical and Meteorolog. Observations at Batavia.) Batavia, 1899. Fol. 109 S. mit 4 Isogonenkarten.

Prof. **B. W. Stankewitsch,** Warschau. Magnetische Messungen, ausgeführt im Pamir im Sommer 1900. Wien. Anz. Nr. 6, 39, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

Dr. **Alfred Grube.** Die Veränderungen der Topographie im Wiener Walde und Wiener Becken. Mit 20 Abbildungen. Geographische Abhandlungen von Prof. Penck. 8, H. 1. Leipzig, B. G. Teubner, 1901.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

Fr. Sinatra. Alcune modificazioni recenti della linea di costa nella Sicilia meridionale. Atti 3°. Congr. G. Ital. 2, p. 103—109.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

A. W. Duff. Secundärschwingungen in den Aufzeichnungen registrirender Gezeitenmesser. Sill. Journ. (4) 12, 123—139, 1901.

Flaschenposten. Ann. d. Hydr. 30, 3, 149—152, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

M. v. Tein. Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. Niederschlag und Abflussverhältnisse des Maingebietes. Globus 81, 11, 180, 1902.

Georges Lemoin. Étude sur l'hydrologie du Bassin de la Dordogne. Annu. soc. mét de France 50, Février, 25—42, 1902.

L. Berg und **P. Ignatow.** Les lacs salés Sélèty, Denghiz, Téké et Kirzilkak du district d'Omsk. 8°. 161 S., 1 Karte. Moskau, 1901. Ref.: Peterm. Mitth. Lbt. 48, 3, 50, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **30. April 1902.** **Nr. 8.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich, Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 8 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 4. bis 16. April 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

A. Genau. Abriss der Physik für Präparandenanstalten. IV und 92 S. Gotha, E. F. Thienemann, 1902.

K. Sumpf's Grundriss der Physik. Neue Ausgabe B, vorzugsweise für Realschulen, höhere Bürgerschulen und verwandte Anstalten, bearbeitet von A. Pabst und H. Hartenstein. VIII u. 216 S., Hildesheim, A. Lax, 1902.

Chistoni Ciro. De Saussure e l'attinometrio. Atti Soc. di Modena (4) 3, 3—14, 1901; Cim. (5) 3, 140—141, 1902.

Chistoni Ciro. Contributo del Leslie e del belli agli studii attinometrici. Atti. Soc. Modena (4) 3, 83—94, 1901; Cim. (5) 3, 141, 1902.

Chistoni Ciro. Herschel (John) ed il metodo dinamico nelle misure attinometriche. Mem. Soc. Spettroscop. italiani 30, 1901; Cim. (5) 3, 141, 1902.

Jacob Volhard und **Emil Fischer.** August Wilhelm v. Hofmann. Ein Lebensbild, im Auftrage der Deutschen chem. Ges. verfasst. Chem. Ber. 35, Sonderheft. 284 S. 1902.

Friedrich Dannemann. Grundriss einer Geschichte der Naturwissenschaften, zugleich eine Einführung in das Studium der grundlegenden naturwissenschaftlichen Litteratur. 1. Erläuterte Abschnitte aus den Werken hervorragender Naturforscher aller Völker und Zeiten. 2. Aufl. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1902.

E. v. Hartmann. Die Weltanschauung der modernen Physik. X u. 233 S. Leipzig, 1902.

Henry Wilde. On the Evolution of the Mental Faculties in relation to some Fundamental Principles of Motion. Mem. and Proc. Manchester Soc. **46**, Nr. 10, 34 S. 1902.

Julius B. Staub. Der Magnetismus als Universalfactor im Weltenbau. Eine von Grund aus neue naturharmonische Erklärung der Ursache der Bewegung und Formirung des Universums, 20 S. Leipzig-Lindenau. Im Selbstverlag des Verfassers.

1b. Maass und Messen.

K. Pearson. On the Mathematical Theory of Errors of Judgment, with Special Reference to the Personal Equation. London, Dulau, 1902.

L. Krüger. Zur Ausgleichung von Polygonen und von Dreiecksketten und über die internationale Näherungsformel für den mittleren Winkelfehler. ZS. f. Math. u. Phys. **47**, 157—196. 1902.

Eduard Doležal. Ueber Porro's Instrumente für photogrammetrische Zwecke. Der Mechaniker **10**, 73—76, 1902.

Wilh. Trabert. Die Correction der Registrirapparate wegen Trägheit. Meteorol. ZS. **19**, 136—139, 1902.

Die vollständige Compensation eines Chronometers. Centralztg. f. Opt. u. Mech. **23**, 43, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

R. Wegscheider. Ueber Polymorphie. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. d. phys. u. chem. Unterr. **7**, 35—77, 1902.

W. P. Bradley. A very sensitive thermostat. Science (N. S.) **15**, 510—511, 1902.

H. Fadanelli. Das Messen von Winkeltheilungen. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. d. phys. u. chem. Unt. **7**, 38—61, 1902.

K. Wagner. Ueber den experimentellen Nachweis des Ohm'schen Gesetzes mittels des elektrischen Instrumentariums von Hartmann und Braun. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. d. phys. u. chem. Unt. **7**, 10—15, 1902.

Henry M. Howe. Ein elektrischer Widerstandstiegelofen aus Magnesia für Laboratoriumszwecke. Transact. Amer. Inst. of Min. Eng. 1901. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 794—795.

F. Böck. Ueber Vorlesungsexperimente mit dem elektrischen Ofen. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. d. phys. u. chem. Unt. **7**, 15—25, 1902.

W. C. Heraeus. Elektrisch geheizte Laboratoriumsöfen für hohe Temperaturen. ZS. f. Elektrochem. **8**, 201—202, 1902.

Ferdinand Kryž. Neue Kühl- und Rührapparate. Oesterr. Chem.-Ztg. **5**, 74—75, 1902.

2. Dichte.

G. Delvalez. Détermination des densités. Vase à trop-plein. Journ. de Phys. (4) **1**, 234—235, 1902.

J. H. Vincent. The Density and Coëfficient of Cubical Expansion of Ice. Proc. Roy. Soc. **69**, 422—424, 1902.

Gustav Rauter. Ueber Aräometer mit willkürlicher Einteilung. Dingl. Journ. 316, 677—684, 1901.

3. Physikalische Chemie.

H. C. Jones. Elements of Physical Chemistry. London, Macmillan, 1902.

John Fraser. A Theoretical Representation leading to General Suggestions bearing on the Ultimate Constitution of Matter and Ether. Proc. Roy. Soc. Edinburgh **24**, 26—64, 1902.

Theodore William Richards and Benjamin Shores Merigold. A new investigation, concerning the atomic weight of uranium. Proc. Amer. Acad. **37**, No. 14; Chem. News **85**, 177—178, 1902.

John S. Lumsden. The Equilibrium between a Solid and its Saturated Solution at Various Temperatures. Journ. Chem. Soc. 81, 363—372, 1902. Proc. Chem. Soc. 18, 31—32, 1902.

W. N. Hartley. On the conditions of equilibrium of deliquescent and Hygroscopic salts of copper, cobalt and nickel with respect to atmospheric moisture. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) 7, 313—320, 1901.

Alexander Findlay. Preliminary Note on a method of Calculating Solubilities and the Equilibrium Constants of Chemical Reactions, and on a Formula for the Latent Heats of Vaporisation. Roy. Soc. London, 13. Febr. 1902. [Nature 65, 547, 1902. Proc. Roy. Soc. 69, 471—478, 1902.

Joseph Barrell. The Physical Effects of Contact Metamorphism. Sill. Journ. (4), 13, 279—296, 1902.

Wolfgang Pauli u. Peter Rona. Untersuchungen über physikalische Zustandsänderungen der Colloide. Pflüger's Arch. 78, 314, 1902.

J. Siegrist. Chemische Affinität und Energieprincip. Samml. chem. u. chem.-techn. Vorträge 7, Heft 5, 22 S. Stuttgart, Enke, 1902.

John Alexander Mathews. Upon the constitution of binary alloys. (Forts.) Journ. Frankl. Inst. 153, 119—140, 1902.

W. R. Innes. The influence of temperature on association in benzene solution and the value of the molecular rise of boiling point for benzene at different temperatures. Proc. Chem. Soc. 18, 26—28, 1902.

P. Th. Muller. Sur les pseudo-acides. C. R. 134, 664—665, 1902.

G. R. Pictet's Verfahren zur Sauerstoffgewinnung. Dingl. Journ. 317, 106—107, 1902.

Robert Pauli. Einige Farbenerscheinungen gelöster Molecüle. Ein Beitrag zur Begrenzung der Dissociationstheorie. Elektrochem. ZS. 9, 1—4, 1902.

P. Eitner. Untersuchungen über die Explosionsgrenzen brennbarer Gase und Dämpfe. II. Abschnitt. Schilling's Journ. f. Gasbel. 45, 221—225, 244—250, 265—267, 1902.

3a. Krystallographie.

Thomas Andrews. Microcrystalline Structure of Platinum. Roy. Soc. London. Nov. 28, 1901. [Nature 65, 547, 1902. Proc. Roy. Soc. 69, 433—435, 1902.

W. Spring. Sur les conditions dans lesquelles certains corps prennent la texture schisteuse. Ann. Soc. géol. de Belg. 29, 49—60, 1902.

J. A. Cunningham. A Contribution to the Theory of the Order of Crystallization of Minerals in Igneous Rocks. Proc. Roy. Dublin. Soc. (N. S.) 9, 383—414, 1901.

F. Wallerant. Sur l'aimantation des corps cristallisés. Bull. Soc. Min. 24. 404—422, 1901.

P. Gaubert. Efflorescenzfiguren. Bull. Soc. franç. Mineral. 24, 476—488, [Chem. Centralbl. 1902, 1, 893—894.

4. Mechanik.

M. Levy. Éléments de Cinématique et de Mécanique. 300 S. Paris, 1901.

Schwidtal. Technische Mechanik nebst einem Abriss der Festigkeitslehre für Bergschulen und andere technische Lehranstalten. VI u. 76 S. Leipzig, J. Baedeker, 1902.

J. Willard Gibbs. Elementary principles in statistical mechanics developed with especial reference to the rational foundation of thermodynamics. XVIII u. 207 S. New York, Charles Scribner's Sons; London, Edward Arnold, 1902.

Ch. Lagrange. Ueber die angebliche Unbestimmtheit der Reactionen in den Gleichungen des Gleichgewichtes der nicht deformirbaren Körper. Bull. de Belg. 1901, 535—548.

Karl. Heun. Das Verhalten des Virials und des Momentes eines stationären Kräftesystems bei der Bewegung des starren Körpers. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 104—125, 1902.

A. Sommerfeld. Beiträge zum dynamischen Ausbau der Festigkeitslehre. Phys. ZS. 3, 286—291, 1902.
K. Th. Vahlen. Ueber Bewegungen und complexe Zahlen. Math. Ann. 55, 585—594, 1902.
D. de Francesco. Sul moto di uni corpo rigido in uno spazio di curvatura constante. Matth. Ann. 55, 573—585, 1902.
P. Duhem. L'extension du théorème de Lagrange aux liquides visqueux et les conditions aux limites. C. R. 134, 686—688, 1902.
F. Klein. Zur Schraubentheorie von Sir Robert Ball. ZS. f. Math. und Phys. 47, 237—265, 1902.
Rudolf Skutsch. Ueber Gleichungswagen. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 85—104, 1902.

5. Hydromechanik.

E. Zermelo. Hydrodynamische Untersuchungen über die Wirbelbewegungen in einer Kugelfläche. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 201—237, 1902.
Victor Fischer. Analogien zur Thermodynamik. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 1—14, 1902.

6. Aeromechanik.

Lord Rayleigh. On the Law of the Pressure of Gases between 75 and 150 Millimetres of Mercury. Proc. Roy. Soc. 69, 495, 1902.
A. Mallock. Rotation of a Lamina Falling in Air. Nature 65, 510, 1902.

7. Cohäsion:

7a. Elasticität.

Aug. Föppl. Résistance des Matériaux et Éléments de la Théorie mathématique de l'Élasticité. Traduit par E. Hahn. 490 S. Paris, Gauthier-Villars, 1901.
Joseph Warren Miller jr. The elastic properties of helical springs. Phys. Rev. 14, 129—148, 1902.
J. Reginald Ashworth. Experimental Researches on Drawn Steel. Part. II. Resistivity, Elasticity and Density, and the Temperature Coëfficients of Resistivity and Elasticity. Roy. Soc. London, 6. März 1902. [Nature 65, 526—527, 1902.

7b. Capillarität.

G. Delvales. Phénomènes capillaires. Vase à trop-plein. Journ. de Phys. (4) 1, 235—237, 1902.
G. Quincke. Ueber unsichtbare Flüssigkeitsschichten und die Oberflächenspannung flüssiger Niederschläge bei Niederschlagsmembranen, Zellen, Colloiden und Gallerten. (Forts.) Ann. d. Phys. (4) 7, 701—744, 1902.
Friedrich Eschbaum. Neuere Erfahrungen über Tropfengewichte. Ber. D. pharm. Ges. 12, 38—52, 1902.
W. Spring. Recherches expérimentales sur la filtration et la pénétration de l'eau dans le sable et le limon. Ann. Soc. géol. de Belg. 29, 17—48, 1902.

7c. Lösungen.

Alexander Findlay. Preliminary Note on a Method of Calculating Solubilities, and the Equilibrium Constants of Chemical Reactions and on a Formula for the Latent Heats of Vaporisation. Roy. Soc. London, 13. Febr. 1902. [Nature 65, 547, 1902. Proc. Roy. Soc. 69, 471—478, 1902.
G. Quincke. Ueber unsichtbare Flüssigkeitsschichten und die Oberflächenspannung flüssiger Niederschläge bei Niederschlagsmembranen, Zellen, Colloiden und Gallerten. (Forts.) Ann. d. Phys. (4) 7, 701—744, 1902.
P. Eversheim. Bestimmung der Leitfähigkeit und Dielektricitätsconstanten von Lösungsmitteln und deren Lösungen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur bis über den kritischen Punkt. Diss. Bonn, 1902.

W. N. Hartley. A Theory of the Molecular Constitution of Supersaturated Solutions. Proc. Roy. Dublin Soc. (N. S.) 9, 529—542, 1901.

J. S. Lumsden. The equilibrium between a solid and its saturated solutions at various temperatures. Proc. Chem. Soc. 18, 31—32, 1902. Journ. Chem. Soc. 81, 363—372, 1902.

Carlo Rossi. Saturated Solutions of Salts of Analogous Series. Gazzetta 31 [2] 502—510, 1901. [Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 198—200.

W. Herz. Ueber die Löslichkeit von Zinkhydroxyd in Ammoniak und Ammoniakbasen. ZS. f. anorg. Chem. 30, 280—281, 1902.

E. Rimbach. Ueber Löslichkeit und Zersetzlichkeit von Doppelsalzen in Wasser. II. Chem. Ber. 35, 1298—1309, 1902.

John S. Lumsden. Solubilities of the Calcium Salts of the Acids of the Acetic Series. Journ. Chem. Soc. 81, 350—362, 1902. Proc. Chem. Soc. 18, 31, 1902.

Allerton Seidell. Solubilities of Mixtures of Sodium Sulphate and Sodium Chloride. Amer. Chem. Journ. 27, 52—62, 1902. [Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 207, 1902.

K. Prytz. Méthode à température constante pour la détermination du point de congélation des dissolutions. Öfv. Danske Vid. Selsk. Forhandl. 1902, 17—29.

K. Prytz. Methode zur Bestimmung des Gefrierpunktes einer Lösung bei constanter Temperatur. Ann. d. Phys. (4) 7, 882—892, 1902.

Harry C. Jones, James Barnes and **Edward P. Hyde.** Lowering of the Freezing Point of Aqueous Hydrogen Peroxide. Amer. Chem. Journ. 27, 22—31, 1902.

Horace T. Brown and **T. A. Glendinning.** The Velocity of Hydrolysis of Starch by Diastase, with some Remarks on Enzyme Action. Journ. Chem. Soc. 81, 388—400, 1902.

van der Waals. Over ternaire stelsels. Versl. Amsterdam 1902, 544—560.

Cardinal. Over de beweging van veranderlijke stelsels. Versl. Amsterdam 1902, 560—566.

P. F. Frankland and **R. C. Farmer.** Note on liquid nitrogen peroxide as a solvent. Proc. Chem. Soc. 18, 47—48, 1902.

P. Walden und **M. Centnerszwer.** Flüssiges Schwefeldioxyd als Lösungsmittel. ZS. f. anorg. Chem. 30, 145—250, 1902.

7d. Diffusion.

7e. Absorption und Adsorption.

J. M. van Bemmelen. Die Absorption. 7. Abhandlung: Die Einwirkung von höheren Temperaturen auf das Gewebe des Hydrogels der Kieselsäure. ZS. f. anorg. Chem. 30, 265—279, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

C. Maltézos. Contribution à l'étude des tuyaux sonores. C. R. 134, 701—703, 1902.

Max Hornemann. Ueber Töne an Contacten. Ann. d. Phys. (4) 7, 862—881, 1902.

H. Th. Simon und **M. Reich.** Tönende Flammen und Flammentelephonie. 73. Naturf.-Vers. Hamburg. Vortrag. [Phys. ZS. 3, 278—286, 1902.

V. Strouhal. Analytische Darstellung der Lissajous'schen Figuren. Sitzungsber. böhm. Ges. d. Wiss. 1902. S.-A. 26 S.

Das Ruhmer'sche Photographon. Dingl. Journ. 317, 101—103, 1902.

Louis Bevier. The Vowel A^E (as in hat). Phys. Rev. 14, 171—180, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

P. Lebedew. Bezüglich einer Notiz von Prof. Dr. Goldhammer. Journ. d. russ.-phys. Ges. 33, 66, 1901.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

Walter Stahlberg. Beiträge zur experimentellen Behandlung der elementaren Optik. 47 S. Progr. Realschule Steglitz, 1902.

H. Bouasse. Sur les focales dans les milieux isotropes. Journ. de Phys. (4) 1, 201—206, 1902.

A. Leduc. Sur la conservation de l'énergie réfractive dans les mélanges d'alcool et d'eau. C. R. 134, 645—646, 1902.

F. J. Micheli. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Dispersion ultravioletter Strahlen in Flussspath, Steinsalz, Quarz und Kalkspath. Ann. d. Phys. (4) 7, 772—789, 1902.

F. J. Micheli. Influence de la température sur la dispersion des radiations ultra-violettes dans le sel gemme, la fluorine, le quartz et la calcite. Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 217—243, 1902.

W. H. Julius. Note on the Anomalous Dispersion of Sodium Vapour. Proc. Roy. Soc. 69, 479—480, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

E. Brauer. Das neue Spectrum von Langley. Die Umschau 6, 184—187, 1902.

W. E. Adeney. Photographs of spark spectra from the large Rowland spectrometer in the royal university of Ireland. Part I. The ultraviolet spark spectra of iron, cobalt, nickel, ruthenium, rhodium, palladium, osmium, iridium, platinum, potassium chromate, potassium permanganate and gold. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) 7, 331—338, 1901.

Hans Lehmann und **R. Straubel.** Ultraviolett des Quecksilberspectrums. Ann. d. Phys. (4) 7, 909—911, 1902.

Georg Laubenthal. Messungen im Absorptionsspectrum. Ann. d. Phys. (4) 7, 851—861, 1902.

W. N. Hartley. The Absorption Spectra of Metallic Nitrates. Chem. Soc. London, 19. März 1902. [Chem. News 85, 162, 1902.

W. N. Hartley and **Hugh Ramace.** Banded flame-spectra of metals. Trans. Roy. Dublin Soc. (2) 7, 339—352, 1901.

G. Berndt. Notiz über das Bandenspectrum des Stickstoffs. Ann. d. Phys. (4) 7, 946—948, 1902.

Giuseppe Zettwuch. Ricerche sul bleu del cielo. Thèse. 44 S. Rom 1901(?). [Journ. de Phys. (4) 1, 239—240, 1902.

Arthur Scott King. Einige neue Eigenthümlichkeiten der Structur von den Cyanbanden. Ann. d. Phys. (4) 7, 791—800, 1902.

13. Photometrie.

Clayton H. Sharp. L'état actuel de la question d'un étalon de lumière. Trans. Inst. Electr. Engin. 18, 931—935, 1901. [Éclair. électr. 31, 80, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

J. E. Barnard. Luminous Bacteria. Nature 65, 536—538, 1902.

William Crookes. Radio-activity and the Elektron Theory. Proc. Roy. Soc. 69, 413—422, 1902.

Henri Becquerel. On the radio-activity of matter. Roy. Inst. March 7, 1902. [Chem. News **85**, 169—172, 1902.

A. Sella. Ricerche di raddioattività indotta. Cim. (5) **3**, 138—139, 1902.

J. J. Thomson. On induced radioactivity. Phil. Soc. Cambridge, March 3, 1902. [Nature **65**, 550, 1902.

E. Rutherford and **Frederick Soddy.** The Radioactivity of Thorium Compounds. I. An Investigation of the Radioactive Emanation. Journ. Chem. Soc. **81**, 321—350, 1902.

Thomas Tommasina. Sur l'induction radiante et sur l'existence de rayons qui subissent la réflexion dans le rayonnement émis par un mélange de chlorures de radium et de baryum. Arch. sc. phys. et nat. (4) **13**, 261—273, 1902. C. R. Seances Soc. Phys. de Genève, 9 Jan. 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **13**, 297—303, 1902.

Berthelot. Essais sur quelques réactions chimiques déterminées par le radium. Ann. chim. phys. (7) **25**, 452—458, 1902.

Berthelot. Études sur le radium. Ann. chim. phys. (7) **25**, 458—463, 1902.

15 a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

H. C. Pocklington. On a method of increasing the sensitiveness of Michelson's interferometer. Cambridge Phil. Soc., 3 March, 1902. [Nature **65**, 550, 1902.

15 b. Drehung der Polarisationsebene.

O. M. Corbino. Nuove ricerche sulla polarizzazione rotatoria magnetica nell' interno di una riga d' assorbimento. Cim. (5) **3**, 121—132, 1902.

L. H. Siertsema. The dispersion of the magnetic rotation of the plane of polarisation in negatively rotating salt-solutions. II. Further measurements with potassium ferricyanide. Onnes Comm. Nr. 76, 1902, 5 S.

H. du Bois. Zur magnetischen Rotationspolarisation absorbirender Substanzen. Ann. d. Phys. (4) **7**, 944—945, 1902.

15 c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

F. Pockels. Ueber die Aenderung des optischen Verhaltens verschiedener Gläser durch elastische Deformation. Ann. d. Phys. (4) **7**, 745—771, 1902.

J. Joly. On an Improved Method of Identifying Crystals in Rock Sections by the Use of Birefringence. Proc. Roy. Dublin Soc. (N. S.) **9**, 485—494, 1901.

R. Straubel. Ueber Quarzprismen. Ann. d. Phys. (4) **7**, 905—908, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

J. W. Mellor and **W. R. Anderson.** On the union of hydrogene and chlorine. Proc. Chem. Soc. **18**, 32, 1902.

J. W. Mellor and **W. R. Anderson.** The Union of Hydrogen and Chlorine. Part IV. The Draper Effect. Journ. Chem. Soc. **81**, 414—418, 1902.

S. Leduc. Strahlen kurzer Wellenlänge. Photogr. Centralbl. **7**, Nr. 16. [Der Mechaniker **10**, 79—80, 1902.

J. M. Eder. Ausführliches Handbuch der Photographie **3**, Heft 1. Die Grundlage der Photographie mit Gelatine-Emulsionen. 5. Aufl. IX u. 343 S. Halle, 1902.

Lüppe-Cramer. Wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Photographie. 112 S. Halle, 1902.

A. E. Verrill. An Important Discovery in Color Photography. Connecticut Academy of Sc. [Sill. Journ. (4) **13**, 329—330, 1902.

17. Physiologische Optik.

C. Maltézos. Sur les phénomènes de la rétine. Journ. de Phys. (4) **1**, 228—233, 1902.

John Cameron. On the Development of the layers of the Retina in the Chick after the Formation of the Optic Cup. Roy. Soc. London, März 20, 1902. [Nature **65**, 548, 1902.

18. Optische Apparate.

W. Scheffer. Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Aus Natur und Geisterwelt **35**, V u. 114 S. Leipzig, Teubner, 1902.

Howard Grubb. A new collimating-telescope gun-sight for large and small ordnance. Trans. Roy. Dubl. Soc. (2) **7**, 321—329, 1901.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

Ponsot. Chaleur spécifique des corps au zéro absolu. C. R. **134**, 703—705, 1902.

Stefan Meyer. Ueber die durch den Verlauf der Sättigungscurve bedingte maximale Arbeit. Ann. d. Phys. (4) **7**, 937—941, 1902.

Ph. A. Guye et Ed. Mallet. Recherches expérimentales sur la mesure des constantes critiques. Arch. sc. phys. et nat. (4) **13**, 274—296, 1902.

K. Olszewski. Bestimmung der Inversionstemperatur der Kelvin'schen Erscheinung für Wasserstoff. Ann. d. Phys. (4) **7**, 818—823, 1902.

W. H. Keesom. Contributions to the knowledge of van der Waals' surface. V. The depence of the plait-point constants on the composition in binary mixtures with small proportions of one of the components. Onnes Comm. No. 75. 18 S. 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

Osborne Reynolds. On the Sub-Mechanics of the universe. Proc. Roy. Soc. **69**, 425—433, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

Rudolf Mewes. Nachtrag zu der Arbeit „Ueber die Bedeutung des ersten und zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie für die Leistungsfähigkeit von Feuerungs- und Wärmekraftanlagen. ZS. f. Beleuchtw. **8**, 111—112, 1902.

E. Josse. Neuere Erfahrungen und Versuche mit Abwärmekraftmaschinen. 42 S. München u. Leipzig, R. Oldenbourg, 1901.

L. Anspach. Moderne Streitfragen in der Dampfmaschinentheorie. Rev. gén. d. sc. **12**, 313—323, 1901.

E. Jäger. Denis Papin und seine Nachfolger in der Erfindung der Dampfmaschine; mit Anhang über die Steuerung der einfach wirkenden Watt'schen Dampf-(Cornwall-)Maschine. 41 S. Stuttgart, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

M. Chantepie. Ueber die Ausdehnung keramischer Massen. Thonind.-Ztg. **25**, 287—289, 344—345, 1901.

J. H. Vincent. The Density and Coefficient of Cubical Expansion of Ice. Proc. Roy. Soc. **69**, 422—424, 1902.

R. Meilink. Over het meten van zeer lage temperaturen. IV. Vergelijking van den platinathermometer met den waterstofthermometer. Versl. Amsterdam 566—573, 1902.

H. Wanner. Ueber ein neues Pyrometer. Stahl und Eisen **22**, 207—211, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

James Holms Pollok. A New Thermo-Chemical Notation. Proc. Roy. Dublin Soc. (N. S.) 9, 495—505, 1901.

De Forcrand. Sur l'équivalent thermique de la dissociation et de la vaporisation, et sur la chaleur de solidification de l'ammoniac. C. R. 134, 708—711, 1902.

G. Massol. Chaleurs de dissolution de l'ammoniaque solide et liquide prise vers — 75°, et chaleur latente de fusion de l'ammoniaque solide. C. R. 134, 653—655, 1902.

Ponsot. Chaleur de réaction entre les corps à l'état solide et à l'état gazeux. C. R. 134, 651—653, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

R. S. Hutton. On the fusion of quartz in the electric furnace. Chem. News 85, 159—160, 1902.

W. C. Heraeus. Schmelzpunktsbestimmung von Mangan. ZS. f. Elektrochem. 8, 185—187, 1902.

A. Brun. Point de fusion de 60 espèces minérales. C. R. Soc. Phys. de Genève, 20. Febr. 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 313—316, 1902.

K. Prytz. Methode zur Bestimmung des Gefrierpunktes einer Lösung bei constanter Temperatur. Ann. d. Phys. (4) 7, 882—892, 1902.

K. Prytz. Méthode à température constante pour la détermination du point de congélation des dissolutions. Öfv. Danske Vid. Selsk. Forhandl. 1902, 17—29.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

Daniel Berthelot. Sur le point d'ébullition du sélénium et sur quelques autres constantes pyrométriques. C. R. 134, 705—708, 1902.

C. Barus. The Flowerlike Distortion of the Coronas due to Graded Cloudy Condensation. Sill. Journ. (4) 13, 309—312, 1902.

23. Calorimetrie.

W. F. Barrett. On the Increase of Electrical Resistivity caused by Alloying Iron with Various Elements, and the Specific Heat of those Elements. Proc. Roy. Soc. 69, 480—485, 1902.

Alexander Findlay. Preliminary Note on a Method of Calculating Solubilities, and the Equilibrium Constants of Chemical Reactions and, on a Formula for the Latent Heat of Vaporisation. Proc. Roy. Soc. 69, 471—478, 1902. Roy. Soc. London, 13. Febr. 1902. [Nature 65, 547, 1902.

F. Hart. Die specifische Wärme des Portlandcementes. Thonind.-Ztg. 25, 1157, 1901.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

Chistoni Ciro. Sulla legge del raffreddamento di Newton e sulla determinazione della temperatura del sole attribuita al Newton. Cim. (5) 3, 139—140, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

A. Pflüger. Prüfung des Kirchhoff'schen Gesetzes von der Emission und Absorption glühenden Turmalins. Ann. d. Phys. (4) 7, 806—817, 1902.

H. Wanner. Ueber ein neues Pyrometer. Stahl u. Eisen 22, 207—211, 1902.

Franck W. Very. Atmospheric radiation. U. S. Weather Bureau 1900. [Journ. de Phys. (4) 1, 240—243, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen Dielektricität.)

William Crookes. Radio-activity and the Electron Theory. Proc. Roy. Soc. 69, 413—422, 1902.

Oliver Heaviside. Note on the size and inertia of electrons. Electrician 48, 945, 1902.

William Duane. On the boundary conditions of the electrical field. Phys. Rev. 14, 149—157, 1902.

J. Stark. Nachtrag über die Gültigkeitsgrenze des Ohm'schen Gesetzes. Ann. d. Phys. (4) 7, 932—934, 1902.

Karl F. Lindman. Ueber stationäre elektrische Wellen. Ann. d. Phys. (4) 7, 824—850, 1902.

Marcel Lamotte. Sur les oscillations électriques d'ordre supérieur. Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 241—260, 1902.

J. B. Pomey. Oscillations propres des réseaux de distribution électrique. C. R. 134, 696—697, 1902.

J. Zenneck. Verfahren, um die Dämpfung elektrischer Schwingungen sichtbar zu machen. Ann. d. Phys. (4) 7, 801—805, 1902.

K. Kiessling. Bestimmung von Brechungsexponenten durch Interferenz elektrischer Wellen an Drähten. Diss. Greifswald, 1902, 42 S.

Georg Seibt. Elektrische Drahtwellen mit Berücksichtigung der Marconischen Wellentelegraphie. Elektrot. ZS. 23, 315—319, 1902.

E. Lecher. Ueber drahtlose Telegraphie. Phys. ZS. 3, 273—274, 1902.

Paul L. Mercanton. Contribution à l'étude des pertes d'énergie dans les diélectriques. Diss. Lausanne, 63 S. Impr. Corbaz et Cie., 1902.

P. Eversheim. Bestimmung der Leitfähigkeit und Dielektricitätsconstanten von Lösungsmitteln und deren Lösungen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur bis über den kritischen Punkt. Diss. Bonn, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

27. Elektrostatik.

F. Henning. Vergleichende Messungen des elektrischen Potentiales mittels der Flamme und eines aus radioactiver Substanz bestehenden Collectors. Ann. d. Phys. (4) 7, 893—904, 1902.

G. Vicentini. Rotazioni elettrostatiche. Studio sperimentale. Atti di Veneto 61 [2], 221—245, 1902.

28. Batterieentladung.

S. Lussana e P. Carnazzi. Influenza di un dielettrico solido interposto fra le palline di uno spinterometro sulla lunghezza della scintilla. Cim. (5) 3, 132—138, 1902.

J. Stark. Ionentheorie der elektrischen Selbstentladung. Ann. d. Phys. (4) 7, 919—931, 1902.

H. Andriessen. Ueber oscillatorische Ladungsströme. Ann. d. Phys. (4) 7, 912—918, 1902.

29. Galvanische Ketten.

R. Paillot. Recherches sur les forces électromotrices d'aimantation. Journ. de Phys. (4) 1, 207—228, 1902.

W. Jäger. Die Theorie des Blei-Accumulators vom Standpunkte der physikalischen Chemie nach F. Dolezalek. Centralbl. f. Accum.- Elem.- u. Accumobilenkde. 3, 81—83, 1902.

80. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

Maclean. Lord Kelvin's elektrische Messinstrumente. Journ. Inst. Electr. Engin. **31**, 117—137, 1901.

G. Naudet. Expériences d'Électricité. Partie I. Piles, aimants, machines électrostatiques etc. 60 S. Paris, 1902.

W. Berger. Ein neuer Quecksilberstrahlunterbrecher. Elektrot. ZS. **23**, 332, 1902.

André Blondel. Nouveaux oscillographs pour l'inscription des courbes périodiques des courants alternatifs. Éclair. électr. **31**, 41—50, 1902.

81. Elektrische Maasse und Messungen.

W. F. Barrett. On the Increase of Electrical Resistivity caused by Alloying Iron with Various Elements, and the Specific Heat of those Elements. Proc. Roy. Soc. **69**, 480—485, 1902.

E. Wilson. The Physical Properties of Certain Aluminium Alloys and Some Notes on Aluminium Conductors. Journ. Inst. Electr. Engin. **31**, 321—338, 1901.

G. Sagnac. Sur la résistance électrique d'un conducteur magnétique ou diamagnétique parcouru par un courant variable et placé dans un champ magnétique. Journ. de Phys. (4) **1**, 237—238, 1902.

K. Bamberger. Widerstandsmessungen im Magnetfelde. Diss. Berlin, 1901. 31 S.

Giuseppe di Ciommo. Sulla conductibilità elettrica dei liquidi isolanti e dei loro miscugli. Cim. (5) **3**, 97—121, 1902.

P. Eversheim. Bestimmung der Leitfähigkeit und Dielektricitätsconstanten von Lösungsmitteln und deren Lösungen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur bis über den kritischen Punkt. Diss. Bonn, 1902.

82. Elektrochemie.

Otto Friedrich. Die elektrischen Atome und die specifische Ladung der Ionen. Programm Nr. 522. 32 S. Städt. Gymnas. i. E. mit Realschule. Solingen, 1902.

B. D. Steele and **R. B. Denison.** The Transport Number of very Dilute Solutions. Journ. Chem. Soc. **81**, 456—469, 1902. Proc. Chem. Soc. **18**, 29—30, 1902.

P. Langevin. Sur la mobilité des ions dans les gaz. C. R. **134**, 646—649, 1902.

Richard Lorenz. Ueber directe Vereinigung von Chlor mit Kohlenstoff. ZS. f. Elektrochem. **8**, 203—204, 1902.

Fr. v. Lerch. Ueber die Abhängigkeit der Polarisation von Stromdichte und Temperatur. Wien. Ber. **110** [2a], 1307—1332, 1901.

F. Bran. Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von Platin- und Platiniridiumanoden bei der Salzsäure-Elektrolyse. ZS. f. Elektrochem. **8**, 197—201, 1902.

Joh. Möller. Ueber die elektrolytische Reduction aromatischer und fetter Nitrokörper. Elektrochem. ZS. **9**, 7—11, 1902 (Fortsetzung).

83. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

85. Elektrisches Leuchten.

H. V. Gill. On the theory of the stratified discharge in Geissler tubes. Proc. Roy. Dublin Soc. (N. S.) **9**, 415—421, 1901.

Hönig. Optischer Nutzeffect elektrodenloser Vacuumröhren. Diss. Rostock, 1901, 29 S.

J. Stark. Ueber die Beziehung zwischen Kathodenfall und Stromstärke. Phys. ZS. 3, 274—275, 1902.
William Crookes. The Stratifications of Hydrogen. Proc. Roy. Soc. 69, 399—413, 1902.
Josef v. Geitler. Ueber die durch Kathodenstrahlen bewirkte Ablenkung der Magnetnadel. Ann. d. Phys. (4) 7, 935—936, 1902.
H. Pellat. Des forces, qui agissent sur le flux cathodique placé dans un champ magnétique. C. R. 134, 697—700, 1902.
P. C. Cooper Hewitt. Lampes électriques à gaz et phénomènes de résistance électrique des gaz. Trans. Inst. Electr. Engin. 18, 935—942, 1901. [Éclair. électr. 31, 80, 1902.

85a. Röntgenstrahlen.

John O. Heinze. Varying degrees of Actinism of the X-Rays. Sill. Journ. (4) 13, 313—314, 1902.
G. Contremoulins. Recherche d'une unité de mesure pour la force de pénétration des rayons X et pour leur quantité. C. R. 134, 649—651, 1902.

86. Magnetismus.

Stefan Meyer. Notiz über das magnetische Verhalten von Europium, Samarium und Gadolinium. Wien. Ber. 111 [2a], 38—41, 1902.
C. C. Trowbridge. Magnetization of steel at liquid air temperatures. Phys. Rev. 14, 181—191, 1902.
J. Reginald Ashworth. Experimental Researches on Drawn Steel. Part I. Magnetism and its Changes with Temperature. Roy. Soc. London, March 6, 1902. [Nature 65, 526—527, 1902.
Rudolf Goldschmidt. Nullmethode für magnetische Messungen. Elektrot. ZS. 23, 314—315, 1902.
H. du Bois. Entmagnetisirungsfactoren kreiscylindrischer Stäbe. Ann. d. Phys. (4) 7, 942—943, 1902.
S. Sano. Note on Kirchhoff's theory of magnetostriction. Phys. Rev. 14, 158—170, 1902.
H. A. Wilson. On the Hall effect in gases at low pressures. Cambridge Phil. Soc., März 3, 1902. [Nature 65, 550, 1902.
H. Pellat. Des forces qui agissent sur le flux cathodique placé dans un champ magnétique. C. R. 134, 697—700, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Ernest Wilson. The Distribution of Magnetism as Affected by Induced Currents in an Iron Cylinder when Rotated in a Magnetic Field. Proc. Roy. Soc. 69, 435—449, 1902.
Bergen Davis. Einige vorläufige Versuche über die Bewegung von Ionen im veränderlichen Magnetfelde. Phys. ZS. 3, 275—278, 1902.

88. Elektrodynamik. Induction.

Josef v. Geitler. Ueber die durch Kathodenstrahlen bewirkte Ablenkung der Magnetnadel. Ann. d. Phys. (4) 7, 935—936, 1902.
Oliver Lodge. Sur la self-induction. Journ. of the Instit. of El. Eng. 31, 366—370, 1901. [Éclair. électr. 31, 66, 1902.

89. Vermischte Constanten.

W. M. Morrison. Aluminium; Notes on its Properties, Production and Uses. Journ. Inst. Electr. Engin. 31, 400—419, 1901.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

E. S. King. Die Form der Bilder bei der Sternphotographie. Ann. of Harvard Coll. Obs. 41, 153—187, 1901.

B. Baillaud. Anwendung des Keilphotometers zur Messung der photographischen Helligkeit der Sterne. C. R. 132, 1091—1094, 1901.

W. Wright. Hülfsapparat des Mills-Spectrographen zur Photographie des Vergleichs-Spectrums. Astrophys. Journ. 12, 4, 1900.

W. W. Campbell. Eine vorläufige Bestimmung der Bewegung des Sonnensystems. Astrophys. Journ. 13, 80—89, 1901.

1 B. Planeten und Monde.

Dr. Rahts. Ueber eine von Kant angegebene Ursache für die Veränderung der Rotationsgeschwindigkeit der Erde. Schriften d. Phys. Oekonom. Ges. Königsberg i. Pr. 41 (5), 1900.

Snow on the Moon's Surface. Nature 64, 1649, 136, 1901.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

Dr. **J. Hartmann.** Spectrographische Geschwindigkeitsmessunngen an Gasnebeln. Aus Sitzber. d. preuss. Akad. d. Wiss. (8 S.) gr. 8^0. Berlin, in Comm. bei G. Reimer, 1902.

Ueber den Nebel von Nova Persei. Astr. Nachr. 158, 3779, 175, 1902.

Fr. Deichmüller. Beobachtungen der Eigenbewegung der Nova Persei. Astr. Nachr. 158, 3777—3778, 1902.

N. Lockyer. Further Observations on Nova Persei. No. 2. Proc. Roy. Soc. 68, 445, 230—235, 1901.

J. Hartmann. Ueber die Bewegung des Polarsternes in der Gesichtslinie. Berl. Ber. 20, 444—456, 1901.

H. C. Vogel. Ueber die Bewegung des Orionnebels im Visionsradius. Berl. Sitzber. 14, 1—8, 1902.

L. Grabowski. Zur Frage der Veränderlichkeit von Z (74, 1901) Persei. Astr. Nachr. 158, 3777—3778, 155—159, 1902.

1 D. Die Sonne.

J. Guillaume. Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1901. C. R. 134, 583—585, 1902.

Bouquet de la Grye. Sur la parallaxe du Soleil. (Extrait). C. R. 132, 21, 1250—1254, 1901.

Eros und die Sonnenparallaxe. Nat. 63, 502—503, 1901.

A. Wolfer. Ueber die Existenz, die Vertheilung und die Bewegung der wahrscheinlichen Hauptcentra der Sonnenthätigkeit. Mem. della Soc. degli spettroscopisti italiani 29, 152—161, 1900.

N. Lockyer u. **F. E. Baxandall.** On the Enhanced Lines in the Spectrum of the Chromosphere. Proc. Roy. Soc. 68, 445, 178—188, 1901.

A. Perot u. Ch. Fabry. Messung von Wellenlängen im Sonnenspectrum; Vergleich mit der Scala von Rowland. C. R. 133, 153, 1901.
R. W. Wood. Die Natur der Sonnencorona. Phys. ZS. 2, 33—36, 534, 1901.
M. Fouché. Die Rotation der Sonnencorona. La Nat. 29, 354—355, 1901.
A. de la Baume-Pluvinel. Ueber das Photographiren des Spectrums der Corona bei der Sonnenfinsterniss am 28. Mai 1900. C. R. 132, 1259—1266. 1901.
K. D. Naegamoala. Ultraviolette Coronalinien. Astrophys. Journ. 13, 240, 1901.
H. C. Lord. Beobachtungen bei der Sonnenfinsterniss vom 28. Mai 1900. Astrophys. Journ. 13, 149—166, 1901.
A. de la Baume-Pluvinel. Sur le spectre de la couronne solaire photographié à Elche (Espagne) pendant l'éclipse totale de Soleil du 28 mai 1900. C. R. 132, 21, 1259—1264, 1901.
Jean Mascart. Die Finsternisse und die physikalische Beschaffenheit der Sonne. Rev. gén. d. sc. 12, 213—222, 270—282, 1901.
H. G. van de Sande Bakhuyzen. On the results of the observations of the Dutch eclipse-party. Koningl. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. Proc. of the Meeting Saturday June 29, 85—88, 1901.
W. H. M. Christie. Results of the spectroscopic and photographic observations at Greenwich 1898. 81 S. 1899.
S. Newcomb. Die Periode der Sonnenflecken. Astrophys. Journ. 13, 1—14, 1901.
Dr. J. Stein. Der Charakter der Airy'schen Methode zur Bestimmung des Apex der Sonnenbewegung. Astr. Nachr. 158, 3779, 167—174, 1902.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Ernest Esclangon. Observations d'un bolide à Floirac (Gironde) le 5 juillet 1901. C. R. 133, 3, 185—186, 1901.
H. L. Ward. Notice of a new Meteorite from Murphy, Cherokee Co., N. C. Amer. Journ. of Sc. 158, 225—226, 1899.
W. M. Foote. Note on a new Meteorite Iron near the Tombigbee River in Choctaw and Sumter Counties, Alabama, U. S. A. Amer. Journ. of Sc. 158. 153—156, 1899.
W. M. Foote. Note on a new Meteorite Iron found near Iredell, Bosgue County, Texas, U. S. A. Amer. Journ. of Sc. 158, 415—416, 1899.
H. L. Ward. Notice of an Aerolite that recently fall at Allegan, Michigan. Amer. Journ. of Sc. 158, 412—414, 1899.
Der Meteorit von Nedsched. Globus 81, 14, 228, 1902.
Friedrich Berwerth. Ueber die Structur der chronditischen Meteorsteine. (Vortrag, gehalten auf der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg. 24. September 1901). Centrbl. Min. Geol. Paläont. 21, 641—647, 1901.
St. Meunier. Chute de météorite récemment observée en Finlande. C. R. 128, 1130—1131, 1899.
St. Meunier. Examen de la météorite tombée le 12 mars 1899 à Bierbélée, près de Borgo en Finlande. C. R. 130, 434—436, 1900.
E. Cohen. Die beiden Meteoreisen von Los Muchachos; Tucson, Arizona. (Festschrift zu d. 50jährigen Doctor-Jubelfeier d. Herrn H. Limpricht. Greifswald 1900, 27—43). Neues Jahrb. Min. Geol. Paläont. 2, 1, 37, 1901.
E. Cohen. Meteoreisenstudien 10. Ann. d. k. k. Hofmuseums Wien 15, 1900, 74—94. Ref.: Neues Jahrb. Min. Geol. Paläont. 2, 1, 35, 1901.
H. L. Preston. Two new American Meteorites. Amer. Journ. of Sc. 159, 283—286, 1900.
H. L. Preston. Illinois Gulch Meteorite. Amer. Journ. of Sc. 159, 201—202, 1900.

H. L. Preston. On a new Meteorite from Oakley, Logan County, Kansas. Amer. Journ. of Sc. 159, 410—412, 1900.

W. E. Hidden. The Hayden Creek, Idaho, Meteorite Iron. Amer. Journ. of Sc. 159, 367—368, 1900.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

G. Melander. Ueber die Absorption der Atmosphäre (Helsingfors) 1901. 8°. 7 S.

Edwin H. Barton. On the Refraction of Sound by Wind. Phil. Mag. 1, 1, 159—165, 1901.

W. Prinz. Utilisation du stéréoscope en météorologie et en astronomie. Ciel et terre 22, 472—474.

W. N. Shaw. Meteorological Work for Science Schools. London. Nature 65, 128.

D. L. Hazard. The Central Physical Observatory of Russia. Terr. Magn. and Atmo. Elec. 6, 193—194.

Der erste vollständige Jahrgang meteorologischer Beobachtungen auf der Zugspitze. Met. ZS. 19, 3, 119—120, 1902.

J. Hann. Zur Meteorologie von Peru. Met. ZS. 19, 3, 123—125, 1902.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1900. Beobachtungssystem der Deutschen Seewarte. Ergebnisse der met. Beob. an 10 Stat. II. Ordg. u. an 50 Sturmwarnungsstellen, sowie stündliche Aufzeichnungen an 4 Normal-Beobachtungsstationen. Jahrgang 23. Herausg. v. d. Direction der Seewarte. Hamburg, 1901. 4°. 8. 181 S.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1901. Preussen und benachbarte Staaten. Herausgegeben vom Königl. Preuss. Met. Inst. durch dessen Director W. v. Bezold. Berlin, A. Asher u. Co., 1902. Heft 1.

19. Jahresbericht des Vereins für Wetterkunde zu Coburg. 1901. 8°. 19 S. 2 Tafeln.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Officielle Publication. 1899. Neue Folge. 36. Wien, 1900.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Officielle Publication. 1900. Neue Folge. 37. Wien, 1902.

Annales de l'observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse. t. 4. renfermant une partie des travaux exécutés de 1891 à 1900, sous la direction de M. B. Baillaud, Directeur de l'observatoire. Toulouse, E. Privat; Paris, Gauthier-Villars, 1901. 1 vol. in-4°.

C. Flammarion. Annuaire astronomique et météorologique pour 1902. Paris, 1902. 12. av. figures.

A. Lancaster. Annuaire météorologique pour 1901 (7 u. 576 S.) Brüssel, Hayez, 1901.

Meteorologisk Aarbog for 1900. Udgivet of det danske meteorologiske Institut. Förste Del. Kiöbenhaven, 1901. Fol. 3 Bl. 139 S.

Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université de Upsal, vol. 32 année, 1900 par Dr. H. Hildebrand Hildebrandson. Upsal, Edv. Berling, 1900—1901. 1 fasc. in-4°.

Report of the Meteorological Council, for the year ending 31th of March 1901. London, 1901. 8°. 162 S. 1 Karte.

G. Bongiovanni. Osservazioni meteoriche fatte nell' Osservatorio dell' università di Ferrara nell' anno 1900 e risultati annui medî ed estremi delle osservazioni precedenti. Ferrara, 1901. In-folio, 27 p.

Bull. de l'Observatoire Météorologique. Kazan Université. Août 1901.

Astronomical, magnetic and meteorological observations made during the year 1891 at the United States Naval Observatory. Washington, 1899. 1 vol. in-4°.

Ergebnisse der meteorol. Beobachtungen in Potsdam i. Jahre 1899. (Bearbeitet von A. Sprung.) Berlin, A. Asher u. Co., 1901. 4°. 6. 118 S. 1 Bl.

Dr. **S. Figee.** Observations made at the royal Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. Containing the Results of Magnetical Observations made during the Period 1882—1899. 22. Part 2. 1901.

Hourly Means of the Readings Obtained from the Self-recording Instruments at the Five Observatories under the Meteorological Council 1898.

Commission météorologique du département des Ardennes. Compte rendu des observations faites en 1900. (15e année.) Grand in-8°, 31 p. et planche. Mézières, 1901.

Nils Ekholm. Väderleken under är 1901. 8°. 31 S. S.-A. Ymer, 1901. H. 4.

Observatoire St. Louis, Jersey (Iles de la Manche). Bulletin des observations magnétiques et météorologiques. 8. année, 1901. St. Hélier, 1901. 4°.

Meteorological Observations with Kites at Sea. Month. Weather Rev. 29, 12, 563—564, 1901.

Hallion u. **Tissot.** Experimentaluntersuchungen über den Einfluss schneller Höhenänderungen auf die physikalischen und chemischen Respirationserscheinungen in der Ruhe sowie auf Blutgase und Blutdruck. C. R. de la Soc. de Biologie 53, 1030—1034, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 14, 178—179, 1902.

Winslow Upton. Physiological Effect of Diminished Air Pressure. Science 14, 1012—1013.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

E. Bouty. Sur la séparation des gaz les moins volatils de l'air atmosphérique et leurs spectres. (Review of article by C. D. Liveing and J. Dewar.) Journ. de phys. 10 (3), 763.

Lord Rayleigh. Spectroscopic Notes concerning the Gases of the Atmosphere. On the Visibility of Hydrogen in Air. Phil. Mag. 1, 1, 100—105, 1901.

Professor **E. A. Letts** and **R. F. Blake.** On some problems connected with atmospheric carbonic anhydride, and on a new and accurate method for determining its amount suitable for scientific expeditions. Sc. Proc. Roy. Dublin Soc. 9, 4, 436—470, 1901.

William Ramsay und Dr. **Morris W. Travers.** Argon und seine Begleiter. ZS. phys. Chem. 38, 6, 641—689, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 14, 184, 1902.

E. A. Letts and **R. F. Blake.** The Carbonic anhydride of the Atmosphere. Sc. Proc. Roy. Dublin Soc. 9, 2, 107—270, 1900.

W. N. Shaw. The Inert Constituents of the Atmosphere. Nature 65, 161—164.

W. N. Hartley. On Haze, Dry Fog, and Hail. Dublin. [Sc. Proc. R. D. Soc. 1902. 8. 9 pp.

Julius Assmann sen. Staubfall. Das Wetter 19, 3, 71, 1902.

E. Richter. Der Staubfall vom 11. März und die Gletscherforschung. Centralbl. Min. Geol. Paläont. 21, 662—663, 1901.

Dr. **J. Valentin.** Der Staubfall vom 9. bis 12. März 1901. Wien. Anz., 7. März, 66, 1902.

E. Clerici. Sulle polveri sciroccali cadute in Italia nel Marzo 1901. Boll. Soc. geol. it. 20, 4. Rend., p. 169.

L. Häpke. Der Staubfall am 10. u. 11. März 1901 und dessen Eisengehalt. Abhandl. naturw. Verein Bremen **17**, 1. Heft. 228—232, 1901.

F. Schafarzik. Ueber den Staubfall vom 11. März 1901. 8°. S.-A. Földtani Közlöny **31**, 174—177, 1901.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

W. N. Shaw und **R. Waley Cohen.** Ueber die jahreszeitliche Aenderung der Lufttemperatur in den Britischen Inseln und ihre Beziehung zur Windrichtung, mit einer Notiz über die Wirkung der Meerestemperatur auf die jahreszeitliche Aenderung der Lufttemperatur. Proc. Roy. Soc. **69**, 61—85, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. **17**, 14, 176—177, 1902.

J. Valentin. Der tägliche Gang der Lufttemperatur in Oesterreich. Denksch. math.-naturw. Cl. k. Akad. Wissensch. Wien, C. Gerolds Sohn, 1901. 4°. 97. Ref.: Met. ZS. **19**, 3, 139—142, 1902.

Dr. **Luigi Mendela** und **F. Eredia.** Der jährliche Gang der Temperaturunterschiede zwischen den beiden meteorologischen Stationen in Catania (Universität und Astrophysikalisches Institut). Met. ZS. **19**, 3, 136, 1902.

A. Crichton Mitchell. On the Convection of Heat by Air Currents. Trans. Roy. Soc. Edinburgh **40**, T. 1, 1—7, 39—47, 1901.

Samuel Robert Bennett. Actinometric observations of the solar eclipse. Sc. Proc. Roy. Dublin Soc. **9**, 3, 365—377, 1900.

V. Raulin. Sur la conservation de la radiation solaire. Ciel et terre **22**, 503—504.

2D. Luftdruck.

E. Bouty. Expérience pour démontrer le décroissement de la pression atmospérique avec l'altitude. (Review of article by E. Salvioni). Journ. de Phys. **10** (3), 762.

M. Margules. Ueber den Arbeitswerth einer Luftdruckvertheilung und über die Erhaltung der Druckunterschiede. Wien. Anz. 16—18, 194, 1901.

O. L. Fassig. The westward movement of the daily barometric wave. 8°. 3 S., 6 Tafeln. S.-A. Monthly Weather Rev. 1901, November.

2E. Winde und Stürme.

A. Lawrence Rotch. The Measurement of Wind at Sea. Science **15**, 72—73.

L. Schwarz. Wirbelsturm. Das Wetter **19**, 3, 69—71, 1902.

L. Froc. The „De Witte". Typhoon, August 1—6, 1901. Zi-Ka-Wei, 1901. Fol. 2, Bl. 20, 11 S., 2 Tafeln.

2F. Wasserdampf.

M. Thiesen und **K. Scheel.** Bestimmung der Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes bei Temperaturen zwischen — 12° und + 25°, insbesondere bei 0°. ZS. Instrk. **21**, 6, 175—180, 1901.

Edwin Swift Balch. Evaporation underground. Month. Weather Rev. **29**, 12, 545—546, 1901.

Cloud Observations during 1896 and 1897 at Toronto. Meteor. Service of Dominion of Canada. Ottawa, 1901. 4°. 27 S.

J. Vincent. Études sur les nuages. 1. Les nuages lacunaires. 2. Les faux cirrus de l'alto-cumulus. Bruxelles, 1901. 4°. 9 S. 3 Taf. (Observ. R. de Belgique. Service météorologique.)

A. Sieberg. Ein Beispiel für die Wirbelbewegungen in Cumuluswolken. Das Wetter **19**, 3, 49—53, 1902.

2 G. Niederschläge.

Veröffentlichungen des Königl. Preuss. Meteorologischen Instituts. Herausg. durch W. v. Bezold. Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen in den Jahren 1897 u. 1898. (Bearbeitet von G. Hellmann.) Berlin, A. Asher u. Co., 1901. 4°. 79, 218, 230 S. 1 Bl. 2 Karten.

Annales du Bureau central météorologique. Année 1899. T. 3. Pluies en France, 1901. 4 pl. gr. in-8°. Gauthier-Villars.

V. Raulin. Repartition de la pluie avec l'altitude en Angleterre. Ciel et terre 22, 503.

Niederschlagsbeobachtungen an den meteorologischen Stationen im Grossherzogthum Hessen. Jahr 1901. 1. Halbjahr. Bearbeitet im Grossherzogl. hydrographischen Bureau. Darmstadt, 1901. Fol. 26 S. Die Beobachtungen aller Stationen werden ähnlich wie im badischen Netz ausführlich wiedergegeben.

Rainfall and Storms in November. Symons Met. Mag. 36, 179—181.

W. Brennecke. Bestimmung der Schneehöhe auf dem Brocken. Das Wetter 19, 3, 69, 1902.

W. Köppen. Normale Form der Graupelkörner. Das Wetter 19, 3, 68, 1902.

C. Marangoni. Sommoglaciali o imoglaciali? (Firenze.) 8°. 14 S. S. A. Atti d. R. Accad. d. Georgofili, 1902. 25. (Behandelt die Bildung des Hagels.)

Andreas Héjas. Das Hagelwetter vom 27., 28. und 29. Juni 1898. Budapest, 1901. 4°. 25 S. S.-A. Jahrb. d. ung. Reichsanst. f. Met. 29, 3. Theil.

W. A. Bentley. Schneekrystalle photographirt. U. S. Month. Weather Rev. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 15, 195, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

H. Benndorf. Ueber ein mechanisch registrirendes Elektrometer für luftelektrische Messungen. Wien. Anz. 16—18, 201—203, 1901.

M. A. Witkowski. Spostrzeżenia nad elektrycznością atmosferyczną w Zakopanem (Note sur l'électricité atmosphérique à Zakopane dans les Tatras). Bul. int. acad. sc. Cracovie 1, 7—10, 1902.

P. Lenard. Ueber die Elektricitätszerstreuung in ultraviolett durchstrahlter Luft. Ann. d. Phys. F. 4, 3, 298, 1900.

L. Kann. Selbstregistrirender Apparat zur Messung der Elektricitätszerstreuung der Luft. Phys. ZS. 2, 1, 621—623, 1901.

H. Ebert. Weitere Messungen der elektrischen Zerstreuung in grossen Höhen. Münch. Ber. 35—51, 1901.

H. Ebert. Messungen der elektrischen Zerstreuung im Freiballon. Münch. Ber. 511—532, 1900.

A. Pochettino. Ergebnisse einiger Messungen der elektrischen Zerstreuung. Rend. R. Acc. dei Linc. (5) 10, 1. Sem., 104—109, 1901.

George Rachmanow. Elektricitätszerstreuung an der steilen Südküste der Krim. Terr. Magn. u. Atmo. Elec. 4, 122, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 14, 183—184, 1902.

Paul Czermak. Ueber Elektricitätszerstreuung bei Föhn. Wien. akad. Anz. 310—315, 1901.

Winterliches Gewitter. Das Wetter 19, 3, 67—68, 1902.

E. C. Pickering. Spectrum of lightning. Astrophys. Journ. Chicago 14, 367—369.

W. Prinz. La foudre en boule. Ciel et terre 22, 479—480.

J. Voille. Sur un éclair en boule. C. R. 132, 1537—1538, 1901.

Lindner. Der Blitzschutz. kl. 8°. 4 u. 176 S. m. 142 i. d. Text gedruckten Abbildg. Leipzig, Osc. Leiner, 1901.

V. Raulin. Les méfaits de la foudre aux États-Unis, pendant l'année 1899. Ciel et terre 22, 503.

J. Fenyi. Ueber einen Blitzschlag-Registrirapparat. C. R. 4, 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

Quirino Majorana. On the relative luminous Intensities of Sun and Sky. Rend. dei Lincey 9, 2d Sem. (5) fasc. 3. Translated for Phil. Mag. 1, 5, 555—562, 1901.

C. Barus. On the Change of the Colours of Cloudy Condensation with the Number of Available Nuclei, and on the Effect of an Electric Field. Phil. Mag. 1, 5, 572—578, 1901.

N. E. Dorsey. The colour and polarisation of blue sky light. Nature 64, 1649, 138, 1901.

A. Sieberg. Das Photographiren von Halos. 4°. 1 Bl. S.-A. Nat. Rdsch. 17, 6, 1902.

Frederic Odenbach. Halo of Hevelius. Month. Weather Rev. 29, 12, 566, 568, 1901.

Lunar halo and lunar corona. Month. Weather Rev. 29, 12, 566, 1901.

H. H. Ten Broek. An Auroral-lunar halo display. Month. Weather Rev. 29, 12, 551, 1901.

Prof. Dr. **Ernst Leyst.** Ueber den Regenbogen in Russland. Bull. soc. imp. de Moscou 1 u. 2, 102—184, 1901.

2 K. Synoptische Meteorologie.

Classified Weather Types. Month. Weather Rev. 29, 12, 562—563, 1901.

2 L. Dynamische Meteorologie.

H. H. Hildebrandsson et **L. Teisserenc de Bort.** Les bases de la météorologie dynamique. 5me livraison. 8°. S. 145—206. Taf. 4—24. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

V. Bjerknes. Circulation relativ zu der Erde. Met. ZS. 19, 3, 97—108, 1902.

J. Aitken. Notes on the Dynamics of Cyclones and Anticyclones. Trans. Roy. Soc. Edinburgh 40, T. 1, 1—7, 131—156, 1901.

2 M. Praktische Meteorologie.

E. van der Linder. La prévision du temps pour plusieurs jours. Ciel et terre 22, 504.

F. Erk. Die telegraphische Verbreitung der Wettervorhersage in Bayern. Met. ZS. 19, 3, 135—136, 1902.

F. H. Brandenburg. Facilities for systematic study of corresponding weather types. Month. Weather Rev. 29, 12, 546—547, 1901.

Prof. **Cleveland Abbe.** The physical basis of long-range weather forecasts. Month. Weather Rev. 29, 12, 551—561, 1901.

W. V. Brown. A proposed classification and index of weather maps as an aid in weather forecasting. Month. Weather Rev. 29, 12, 547—548, 1901.

J. Klein. Witterungsdepeschen aus Island. Gaea, Leipzig 38, 62—63.

R. Börnstein. Wetterdienst. Das Wetter 19, 3, 71—72, 1902.

J. R. Plumandon. Troisième Congrès international de défense contre la grêle. Ciel et terre 22, 458—471.

2 N. Kosmische Meteorologie.

C. Martin. Notes on temperature observations made at Dunsink observatory during the eclipse of the sun on May 28, 1900. Proc. Roy. Dublin Soc. 9, 3, 362—364, 1900.

The Moon and Rainfall. Symons Met. Mag. 36, 183—184.

2 O. Meteorologische Apparate.

Wilh. Trabert. Die Correction der Registrirapparate wegen Trägheit. Met. ZS. 19, 3, 136—139, 1902.
J. Y. Buchanan. Dampfcalorimeter zur Messung der Sonnenwärme. Nature 63, 548, 1901. Cambridge Phil. Soc. 11, 37, 1900.
E. Bouty. Nouvel hygromètre. (Review of article by E. Salvioni). Journ. de phys. 10, (3) 762—763.
J. Joly. A fractionating rain-gauge. Sc. Proc. Roy. Dublin Soc. 9, 3, 283—288, 1900.
E. Legrand. Fernübertragung der Angaben eines Anemometers. ZS. Instrk. 21, 6, 184, 1901.

2 P. Klimatologie.

F. W. Harmer. The Influence of the Winds upon Climate during the Pleistocene Epoch; a Palaeo-Meteorological Explanation of some Geological Problems. Proc. Learned Soc. Geol. Soc. (continued from p. 324). Ref.: Phil. Mag. 2, 11, 577—578, 1901.
The influence of small lakes on local climate. Month. Weather Rev. 29, 12, 563, 1901.
Klima von Konstantinopel. Met. ZS. 19, 3, 120—123, 1902.
Dr. **Richard Leonhard.** Klima der Insel Kythera. Met. ZS. 19, 3, 128—130, 1902.
Dr. **Grohmann.** Die klimatischen Verhältnisse des Königreiches Sachsen in ihrer Abhängigkeit von Luftdruck und Windursprung. (Fortsetung.) Das Wetter 19, 3, 53—64, 1902.
Ferd. Seidl. Das Klima von Krain. Nr. 23 u. 24. Die Gewitter. 8°. S.-A. Mitth. des Musealvereines für Krain 1901 u. 1902, S. 573—649.
Jachmann. Klimatologie von Antigua. 8°. 4 S. S.-A. Mitth. Geogr. Ges. Wien, 1901.
Klima von Asuncion, Paraguay. Met. ZS. 19, 3, 131—133, 1902.
F. M. Draenert in Uberaba. Das Klima von Juiz de Fora im Staate Minas-Geraes. Met. ZS. 19, 3, 108—119, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

C. Doelter. Die Dichte des flüssigen und des festen Magmas. Neues Jahrb. f. Min., Geol., Paläont. 2, 141—157, 1901.
Prof. Dr. **M. P. Rudczki.** O wieku ziemi. (Ueber das Alter der Erde.) Krakauer Anzeiger 2, 72—94, 1901.
J. Joly. The Geological Age of the Earth. Geol. Mag. (4) 7, 220—225, 1900.
J. Joly. An Estimate of the Geological Age of the Earth. Sc. Trans. of the R. Dublin Soc. (2) 7, 44, 1899.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

F. Toula. Verschiedene Ansichten über das Innere der Erde. 8°. 48 S. Wien, 1899. Ref.: Neues Jahrb. f. Min., Geol., Paläont. 2, 1, 44—45, 1901.
K. G. Gilbert. Notes on the Gravity Determinations reported by Mr. Putnam. Bull. Phil. Soc. Washington 13—14, 61—77, 1901.

G. R. Putnam. Results of a Transcontinental Series of Gravity Measurements. Bull. Phil. Soc. Washington **13—14**, 31—61, 1901.

Dr. **Ph. Furtwängler.** Ueber die Schwingungen zweier Pendel in annähernd gleicher Schwingungsdauer auf gemeinsamer Unterlage. [Aus Sitzber. d. preuss. Akad. d. Wiss. (9 S). gr. 8°. Berlin, G. Reimer in Comm., 1902.

E. Oekinghaus. Ueber die Zunahme der Dichtigkeit, Abplattung und Schwere im Innern der Erde auf Grundlage einer neuen Hypothese. Sitzber. k. k. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Cl., **107**, 1059—1112. Wien, 1898.

Messerschmitt. Die Gestalt der Erde in der modernen Geodäsie. 10. Jahresber. d. phys. Ges. z. Zürich, 33—50, 1898.

E. Hammer. Astronomisches Nivellement durch Württemberg etwa entlang dem Meridian 9° 4′ östlich von Greenwich. Veröffentlichg. d. K. Württemb. Komm. f. d. intern. Erdmessg. 4°. **8**, 157 S. Stuttgart, 1901. Ref.: ZS. Instrk. **21**, 7, 211—216, 1901.

J. B. Messerschmitt. Internationale Erdmessung. Das Schweizerische Dreiecksnetz. 9. Bd. Polhöhen und Azimutmessungen. Das Geoid der Schweiz. gr. 4°. 250 S. 4 Tafeln. Ref.: Nat. Rdsch. **17**, 14, 180—181, 1902.

Verhandlungen der vom 25. IX. bis 6. X. 1900 in Paris abgeh. 13. allgemeinen Conferenz der internationalen Erdmessung. Red. vom ständ. Secr. van de Sande-Bakhuyzen. 1. Thl.: Sitzungsberichte u. Landesberichte üb. die Arbeiten in den einzelnen Staaten. Mit 41 lith. Taf. u. Karten. — Comptes-rendues des séances de la 13. conférence générale de l'association géodésique internationale, réunie à Paris du 25 IX. au 6 X. 1900. Vol. 1. (298 S.) gr. 4°. Berlin, G. Reimer, 1901.

Publicationen für die internationale Erdmessung. Die Astronomisch-geodätischen Arbeiten des k. u. k. Militär-geographischen Institutes in Wien. XVII. Bd. Astronomische Arbeiten. 6. Polhöhen und Azimut-Messungen auf den Stationen Bernstein, Brno, Čebon, Pecný, Sadská, Studen, Vrchý, Tillenberg, Veliš (Nur Polhöhe), Vysoká und Źbán. Hrsg. vom k. u. k. Militär-geographischen Institute. Lex.-8°. X, 206 S. Wien, R. Lechner (Wilh. Müller), 1901.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

C. Doelter. Ueber das Verhalten des vulcanischen Magmas beim Erstarren. Wien. Anz. 16—18, 199, 1901.

G. de Lorenzo. Un paragone tra il Vesuvio e il Vulture. Rend. dell' accad. delle sc. fis. e mat. Napoli (3) **7**, 315—320, 1901.

R. V. Matteucci. The period of activity of Vesuvius in April and May 1900. Bol. Ital. Seism. Soc. **6**, 7.

Dr. **S. Figee.** Vulcanische Verschijnselen en Aardberingen in den Oost Indischen Archipel waargenomen gedurende het jaar 1900. Verzameld door het Kon. Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia. Overgedrukt uit het Natuurkundig Tijdschrift voor Ned-Indië. Deel. 61, afl. 4.

A. Wichmann. Der Ausbruch des Gunung Ringgit auf Java im Jahre 1593. ZS. d. deutsch. geol. Ges. **52**, 640—660, 1900.

8 F. Erdbeben.

F. Omori. The international Seismological Conference at Strassburg. Nature **64**, 1657, 340, 1901.

Ed. v. Mojsisovics. Mittheilungen der Erdbebencommission der kaiserlichen Akademie zu Wien. N. F. Nr. 2. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1900 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben. Wien, 113 S., 1. Thl., 1901.

A. Schmidt. Bericht der Erdbebencommission über die vom 1. März 1900 bis 1. März 1901 in Württemberg und Hohenzollern beobachteten Erdbeben. Jahresb. Ver. f. vaterl. Naturk. Württ., 435, 1901.

Albin Belar. Die Erdbebenwarte, Monatsschrift herausgegeben von. Jahrgang 1, Nr. 2. Laibach, Kleinmayr et Fed. Bamberg, 1901. 1 fasc. in 8°.

Charles Davison. The reported earthquakes in the Channel Islands and South Devon on April 24. Nature **64**, 1649, 126, 1901.

Agamennone. Il microsismometrografo a tre componenti. Rendi Acc. dei Linc. (5) **9**, 1. Sem. 8—9, 291—299, 1901.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

N. Umow. Ein Versuch, die magnetischen Typen des Erdmagnetismus zu ermitteln. (Moskau, Bull. Soc. Natural.) 1902. gr. 8°. 72 S. m. 12 Tafeln u. 2 Holzschnitten.

A. Angot. Ueber die tägliche Variation der magnetischen Declination. C. R. **132**, 317—320, 1901.

A. Angot. Ueber das Verhältniss der Sonnenthätigkeit zur täglichen Variation der magnetischen Declination. C. R. **132**, 254—257, 1901.

V. Raulin. Les variations séculaires du magnetisme terrestre. Ciel et terre **22**, 492—495.

A. Schuster. Das Periodogramm der magnetischen Declination nach den Greenwicher Beobachtungen der Jahre 1871 bis 1895. Cambridge. Phil. Trans. **18**, 107—135, 1899. Ref.: Phys. ZS. **2**, 26, 390—391, 1901.

H. Wild. Ueber eine neue Methode zur Bestimmung der Variationen der Inclination. Bull. Pétersb. **13**, 5, 509—515, 1900.

G. W. Littlehales. The Secular Change in the Direction of the Terrestrial Magnetic Field at the Earth's Surface. Bull. Phil. Soc. Washington **13—14**, 269—337, 1901.

P. T. Passalsky. Ueber das Studium der Vertheilung des Erdmagnetismus auf der Erdoberfläche. Odessa, 1901. 8°. 1 Bl., 547 S., 27 Tafeln. In russischer Sprache. Die letzten 110 S. enthalten eine Bibliographie erdmagnet. Arbeiten.

A. Paulsen. Annales de l'observatoire magnétique de Copenhague publiées. Année 1897/98. Fol. 45 S. Copenhague, 1901.

J. de Moidrey. Report on the Magnetic Observations made at the Magnetic Observatory at Zi-Ka-Wei. China, during the Total Solar Eclipse of May 17—18, 1901. Terr. Magn. and Atmo. Elec. **6**, 177—178.

C. Börgen. Report on the Magnetic Observations made during the total Solar Eclipse May 17—18, 1901, at the Magnetic Observatory, Wilhelmshaven, Germany. Terr. Magn. and Atmo. Elec. **6**, 167—168.

T. F. Claxton. Report on the Magnetic Observations made during the Total Solar Eclipse, May 17—18, 1901, at the Royal Alfred Observatory, Mauritius Island. Terr. Magn. and Atmo. Elec. **6**, 184—185.

Max Eschenhagen. Report on the Magnetic Observations made during the Total Solar Eclipse, May 17—18, 1901, at the Magnetic Observatory, Potsdam, Germany. Terr. Magn. and Atmo. Elec. **6**, 169—172.

G. L. Hosmer. Report on the Observations of Magnetic Declination made at Sawah Loento, Sumatra, during Total Solar Eclipse of May 17—18, 1901, by the party of the Massachusetts Institute of Technology. Boston. Terr. Magn. at Atmo.-Elec. **6**, 181—183.

H. A. Denholm Fraser. Report on the Magnetic Observations made during the Total Solar Eclipse at Dehra Dun, India of May 17—18, 1901. Terr. Magn. and Atmo. Elec. **6**, 173—176.

Coleridge Farr. Report on the Magnetic Observations made in Christchurch, New Zealand, during the Total Solar Eclipse May 17—18, 1901. Terr. Magn. and Atmo. Elec. **6**, 179—180.

J. de Moidrey. Magnetic Observations in Southeast China. Terr. Magn. and Atmo. Elec. **6**, 186.

Charles Nordmann. Théorie électromagnétique des aurores boréales et des variations et perturbations du magnétisme terrestre. C. R. **134**, 591—594, 1902.

A. Paulsen. Resultat einiger von Herrn Scheiner ausgeführten Messungen der entsprechenden Theile des Nordlichtspectrums und des Kathodenspectrums im Stickstoff. Overs. Dansk. Förh. 91—93, 1901.

H. Arctowski. Ueber die Perioden des Südlichtes. C. R. **132**, 651—653, 1901.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

Paul Reibisch. Ein Gestaltungsprincip der Erde. S.-A. aus dem 27. Jahresber. Ver. Erdk. Dresden, 1901, 105—124.

G. J. Stoney. Denudation and Deposition I. II. Phil. Mag. (5), **47**, 372—375, 557—565. London, 1899.

Ch. Chree. Denudation and Deposition. Phil. Mag. (5) **47**, 494—496, 1899.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

L. P. Shidy. State of progress of our knowledge of the tides. Phil. Soc. Washington. Bulletin **14**, 93—138. Report of the Committee on Physical Science 117—127, 1900.

J. Thoulet. La transparence et la couleur de la mer. Ciel et terre **22**, 481—492.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Charles Rabot. Les variations du niveau des lacs et des précipitations atmosphériques dans l'Asie centrale. La Géographie, Bull. Soc. Geogr. Année 1901, **12**, 473—474.

Prof. Dr. **H. Ebert.** Sarasin's neues selbstregistrirendes Limnimeter. ZS. Instrk. **21**, 7, 193—201, 1901.

G. H. Otto Vogler. Der Wasserschatz des Erdreichs, die Verschiedenheit seines Ursprunges, seine Bewirthschaftung und die Möglichkeit seiner Vermehrung zum Zwecke der Bodenbewässerung und der Bereicherung der Flüsse. Aus dem Nachlasse des Verfassers mitgetheilt im 85. Jahresbericht der naturf. Ges. in Emden für 1899—1900, 49—59.

C. Kassner. Das Hochwasser, seine Ursache und die Mittel zu einer Abwehr in meteorologischer Hinsicht. 4°. Die Umschau **6**, 121—124, 1892.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

J. Y. Buchanan. The Size of the Ice-grain in Glaciers. Nature **64**, 1656—1660, 399—400, 1901.

Th. Glangeaud. Formation de nappes de glace, en été, dans les volcans d'Auvergne. C. R. **133**, 3, 176—178, 1901.

L. van Werveke. Ueber Glacialschrammen auf den Graniten der Vogesen. Nachweis einiger bisher nicht bekannter Moränen zwischen Masmünster und Kirchberg im Dollerthale. Mitth. d. geol. Landesanst. von Els.-Lothr. **5**, 247—261, 1901.

J. Tyndall. Les glaciers et les transformations de l'eau. 28 Fig., 8 pl. u. 1 K. Paris, 1900, 6e éd.

Ernst Fischer. Eiszeittheorie. Heidelberg, C. Winter, 1902. 8°. 19 S.

M. Hildebrandt. Eiszeiten der Erde, ihre Dauer und ihre Ursachen **19**, 128 S. Berlin, 1901.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. 15. Mai 1902. Nr. 9.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 9 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 17. April bis 2. Mai 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

C. J. Leaper. Graduated Exercises in Elementary Practical Physics. III u. 264 S. London, Biggs and Co., 1901.

K. Meyer. Naturlehre (Physik und Chemie) für höhere Mädchenschulen, Lehrerinnen-Seminarien und Mittelschulen. 2. Aufl. VI u. 220 S. Leipzig, G. Freytag, 1902.

Ed. Riecke. Lehrbuch der Physik zu eigenem Studium und zum Gebrauche bei Vorlesungen. 1. Mechanik und Akustik, Optik. 2. Aufl. XVI und 534 S. Leipzig, Veit u. Co., 1902.

Thdr. Hilsdorf. Die zeichnerische und körperliche Darstellung im physikalischen Unterrichte. 1. Mechanik und Akustik. Eine praktische Anleitung zur Ertheilung des sogenannten Handfertigkeitsunterrichtes. IV u. 116 S. Darmstadt, L. Saeng, 1902.

H. Kordgrien. Aufgabensammlung aus dem Gebiete Schall, Licht, Wärme, Magnetismus, Elektricität. Berlin, G. Grote, 1902.

M. Thiesen. Nachruf für Johannes Pernet. Verh. D. Phys. Ges. 4, 128—135, 1902.

Wiebe. Prof. Dr. Johannes Pernet. D. Mech.-Ztg. 1902, 61—63.

O. Wallach. Briefwechsel zwischen J. Berzelius und F. Wöhler. Im Auftrage der Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen herausgegeben. Leipzig, Engelmann, 1902.

Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1901. ZS. f. Instrk. 21, 110—124, 1902. (Forts. folgt.)

The Heidelberg Physical Laboratory. Nature 65, 587—590, 1902.
Catalogue of Scientific papers (1800—1883) supplementary volume. Compiled by the Royal Society of London. 12. London, C. J. Clay and Sons, 1902.
Eduard von Hartmann. Die Weltanschauung der modernen Physik. X u. 233 S. Leipzig, H. Haacke, 1902.

1b. Maass und Messen.

H. Löschner. Genauigkeitsuntersuchungen für Längenmessungen mit besonderer Berücksichtigung einer neuen Vorrichtung für Präcisions-Stahlbandmessung. Hannover, Gebr. Jänecke, 1902.
A. Petrelius. Ueber die Veränderungen der Empfindlichkeit der Libellen. Öfvers. af Finsk. Vet. Soc. Förh. 44, 1901.
S. Riefler. Das Nickelstahl-Compensationspendel. München, 1902.
J. R. Benoit und **Ch. Ed. Guillaume.** Neue Apparate für die Messung einer geodätischen Basis. Trav. et Mém. du Bureau intern. des Poids et Mesures 12, 1901.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

Croft. Apparatus and Devices Useful in Teaching. Phys. Soc., April 11, 1902. [Chem. News 85, 189, 1902.
Max Levy. Apparat zur Demonstration des tönenden Flammenbogens. Der Mechaniker 10, 89, 1902.
William C. Geer. Thermostats and Thermoregulators. Journ. phys. chem. 6, 85—105, 1902.
W. P. Bradley and **A. W. Browne.** A thermostat, sensitive to a thousandth of a degree, Journ. phys. chem. 6, 118—135, 1902.
R. A. Lehfeldt. Electric Heater. Phys. Soc., April 11, 1902. [Chem. News 85, 188, 1902.
Leopold Kann. Modelle zu Demonstrationen besonders im elektrotechnischen Unterrichte. S.-A. Vierteljahresber. Wien. Ver. z. Förd. des Unterr. 8 S.
Ein Universalkitt. Techn. Rundsch. 5, 52, 1902. [D. Mech.-Ztg. 1902, 78.

2. Dichte.

Hugh Ramage. A Comparative Study of the Spectra, Densities and Melting Points of some Groups of Elements, and of the Relation of Properties to Atomic Mass. Roy. Soc. London, 28 Nov. 1901. [Nature 65, 600—601, 1902.

3. Physikalische Chemie.

W. H. Perkin and **B. Lean.** Introduction to Chemistry and Physics. 456 S. London, Macmillan, 1902.
J. E. Trevor. The nomenclature of variance. Journ. phys. chem. 6, 136—137, 1902.
H. Wilde. Sur la classification et les poids atomiques du néon, de l'argon, du krypton et du xénon. C. R. 134, 770—772, 1902.
Theodore William Richards and **Benjamin Shores Merigold.** A new investigation concerning the atomic weight of uranium. Chem. News 85, 201, 1902.
Grant. Apparatus for Vapour-pressure Measurements. Phys. Soc., April 11, 1902. [Chem. News 85, 188, 1902.
William A. Noyes and **R. R. Warfel.** The boiling-point curve for mixtures of ethyl alcohol and water. Chem. News 85, 185—186, 1902.
Wilder D. Bancroft. Analytical chemistry and the phase rule classification. Journ. phys. chem. 6, 106—117, 1902.
William C. Geer. Thermostats and thermoregulators. Journ. phys. chem. 6, 85—105, 1902.
S. Tanatar. Katalyse des Hydroxylamins und Hydrazins. ZS. f. phys. Chem. 40, 475—480, 1902.

3a. Krystallographie.

F. Heddle. Ueber die Structur der Achate. Trans. Roy. Geol. Soc. Cornwall 12, 153, 1900. [ZS. f. Kryst. 36, 93, 1902.

Z. Weyberg. Einige Beobachtungen über das Wachsthum der Kalium-aluminium-Alaunkrystalle. ZS. f. Kryst. 36, 40—61, 1902.

W. Voigt. Beiträge zur Aufklärung der Eigenschaften pleochroitischer Krystalle. Gött. Nachr. 1902, 48—91.

A. Sachs. Beiträge zur Kenntniss der Krystallform des Langbeinits und zur Auffassung der Tetratoëdrie im regulären System. Berl. Ber. 1902, 376—379.

G. Tamman. Ueber die sogenannten flüssigen Krystalle. II. Ann. d. Phys. (4), 8, 103—108, 1902.

4. Mechanik.

De Freycinet. Sur les principes de la Mécanique rationelle. Paris, Gauthier-Villars, 1902. [C. R. 134, 761—762, 1902.

L. Haasemann. Der Pendelapparat für relative Schweremessungen der deutschen Südpolarexpedition. ZS. f. Instrkde. 22, 97—103, 1902.

A. Petot. Sur les conditions de stabilité des automobiles dans les courbes. C. R. 134, 765—768, 1902.

5. Hydromechanik.

J. H. Jeans, Isaak Newton. The Equilibrium of Rotating Liquid Cylinders. Roy. Soc. London, March 1902. [Nature 65, 602, 1902.

6. Aeromechanik.

F. Neesen. Erwiderung an Herrn G. W. A. Kahlbaum. Verh. D. Phys. Ges. 4, 136, 1902.

H. S. Allen. The photography of disturbances in air. Proc. Glasgow Society 1901. [Nature 65, 575—576, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

Antonio Federico Jorini. Momento medio di flessione nella trave continua. Rend. Lomb. (2) 35, 313—325, 1902.

C. Bach. Die Widerstandsfähigkeit kugelförmiger Wandungen gegenüber äusserem Ueberdruck. ZS. d. Ver. D. Ing. 46, 333—341, 1902.

7b. Capillarität.

G. Morera. Stabilità delle configurazioni di equilibrio du un liquido in un tubo capillare di rotazione attorno ad un asse verticale. Lincei Rend. (5) 11 [1], 223—228, 1902.

7c. Lösungen.

J. H. van't Hoff und **A. O'Farelly.** Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XXVI. Die Bildung von Loeweït und deren untere Temperaturgrenze bei 43°. Berl. Ber. 1902, 370—375.

J. H. Kastle u. **Jewett V. Reed.** Ueber die Natur des Mercurijodids in Lösung. Amer. Chem. Journ. 27, 209—218, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 906—907.

T. W. Richards u. **E. H. Archibald.** Die Zersetzung von Quecksilberchlorür durch gelöste Chloride. Ein Beitrag zur Kenntniss concentrirter Lösungen. ZS. f. phys. Chem. 40, 385—398, 1902.

Jacob Rubenbauer. Ueber die Löslichkeit von Schwermetallhydraten in Natron. ZS. f. anorg. Chem. 30, 331—337, 1902.

A. Hantzsch. Ueber die Natur alkalischer Lösungen von Metallhydraten. ZS. f. anorg. Chem. 30, 289—324, 1902.

G. J. W. Bremer. Die Dichte und Wärmeausdehnung der Lösungen von Magnesiumchlorid. Rec. trav. chim. Pays-Bas 21, 59—74, 1902.

G. M. Rutten. Das System Wismuthoxyd, Salpetersäure und Wasser. (Mitgetheilt durch J. M. van Bemmelen.) ZS. f. anorg. Chem. 30, 342—405, 1902.

A. Hantzsch. Zur Deutung gewisser Modificationen von Metallhydraten. ZS. f. anorg. Chem. 30, 338—341, 1902.

7d. Diffusion.

G. Galeotti. Ueber die Permeabilität der thierischen Membranen. ZS. f. phys. Chem. 40, 481—497, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

Margaret Dickins. Resultant-Tones and the Harmonic Series. Nature 65, 561, 1902.

V. Strouhal. Analytische Darstellung der Lissajous'schen Figuren. S.-A. Sitzungsber. Böhm. Ges. d. Wiss. 24 S. 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

A. Gleichen. Lehrbuch der geometrischen Optik. Leipzig, Teubner.

H. A. Lorentz. Théorie simplifiée des phénomènes électriques et optiques dans des corps en mouvement. Arch. Néerl. (2) 7, 64—80, 1902.

H. A. Lorentz. La théorie de l'aberration de Stokes dans l'hypothèse d'un éther qui n'a pas partout la même densité. Arch. Néerl. (2) 7, 81—87, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

E. Hagen und H. Rubens. Das Reflexionsvermögen einiger Metalle für ultraviolette und ultrarote Strahlen. Ann. d. Phys. (4) 8, 1—21, 1902.

H. C. Plummer. On the Images formed by a Parabolic Mirror. First Paper. The Geometrical Theory. Month. Not. Roy. Astronom. Soc. 62, 352—369, 1902.

R. Straubel. Ueber die Abbildung einer Ebene durch ein Prisma. Ann. d. Phys. (4) 8, 63—80, 1902.

C. Bender. Brechungsexponenten normaler Salzlösungen. Ann. d. Phys. (4) 8, 109—122, 1902.

G. Quesneville. Théorie nouvelle de la loupe et de ses grossissements. 36 S. Paris, A. Hermann, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

Hugh Ramage. A Comparative Study of the Spectra, Densities and Melting Points of some Groups of Elements, and of the Relation of Properties to Atomic Mass. Roy. Soc. London, Nov. 28, 1901. [Nature 65, 600, 1902.

Franz Exner u. E. Haschek. Das Funken- und Bogenspectrum des Europiums. Wien. Ber. 111 [2a], 42—57, 1902.

H. Deslandres. Sur les spectres de bandes de l'azote. C. R. 134, 747—750, 1902.

Bell. The spectrum of the enclosed arc. El. World 1902, 195.

C. Runge u. F. Paschen. Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde. Berl. Ber. 1902, 380—386.

W. H. Julius. Sur les raies doubles dans le spectre de la chromosphère et leur explication par la dispersion anomale de la lumière de la photosphère. Arch. Néerl. (2) 7, 88—98, 1902.

Gallus Wenzel. Wesen und Bedeutung der Spectralanalyse. Himmel u. Erde 14, 318—330, 1902.

Ernst Beckmann. Ueber Spectrallampen. IV. ZS. f. phys. Chem. 40, 465—474, 1902.

A. Pflüger. Die Absorption festen Cyanins im Ultraviolett. Ann. d. Phys. (4) 8. 230—232, 1902.

13. Photometrie.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

P. Dahms. Ueber eigenartige Lichterscheinungen. Vortrag, 18. December 1901. Naturforsch. Ges. Danzig. [Himmel u. Erde 14, 309—317, 1902.

A. Sella. Ricerche di radioattività indotta. Lincei Rend. (5) 11 [1], 242—245, 1902.

J. Elster u. H. Geitel. Beschreibung des Verfahrens zur Gewinnung vorübergehend radioactiver Stoffe aus der atmosphärischen Luft. Phys. ZS. 3, 305—310, 1902.

E. Rutherford. The new gas from radium. Chem. News 85, 196—197, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

Georg Wulff. Untersuchungen im Gebiete der optischen Eigenschaften isomorpher Krystalle. ZS. f. Kryst. 36, 1—28, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Eduard Kuchinka. Neuere Apparate und Verfahren zur Herstellung von Farbenphotographien nach dem Dreifarbenprocesse. Der Mechaniker 10, 85—89, 1902.

G. Bohle. Photographie in natürlichen Farben. Jahresber. naturw. Ver. Crefeld 1900—1901, 30—33, 1901.

Arth. Korn. Ueber ein Verfahren der elektrischen Fernphotographie. Münch. Ber. 1902, 39—41.

17. Physiologische Optik.

18. Optische Apparate.

E. B. Stringer. Ueber ein verbessertes Polarisationsocular. Journ. Roy. Microsc. Soc. 1900, 537. [ZS. f. Kryst. 36, 90, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

H. Helmholtz. Abhandlungen zur Thermodynamik; herausgegeben von M. Planck. 84 S. Ostw. Klass. Nr. 124, 1902.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

F. A. H. Schreinemakers. Dampfdrucke im System: Wasser, Aceton und Phenol. II. ZS. f. phys. Chem. 10, 440—464, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

James Hancock Brinkworth and Geoffrey Martin. On the heatless condition of matter: Being an extension of the kinetic theory. Chem. News 85, 194—195, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

De Forcrand. Sur la relation $\frac{L+S}{T} = \frac{Q}{T'} = K$. C. R. **134**, 768—769, 1902.
De Forcrand et **Massol.** Sur la chaleur de solidification de l'ammoniac liquide. C. R. **134**, 743—745, 1902.
A. Dosch. Heizwerth und Verdampfungsfähigkeit der Kohle. Dingl. Journ. **317**, 117—121, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

Hugh Ramage. A Comparative Study of the Spectra, Densities and Melting Points of some Groups of Elements, and of the Relation of Properties to Atomic Mass. Roy. Soc. London 28. Nov. 1901. [Nature **65**, 600—601, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

Arthur Klinkhardt. Ein einfacher Apparat zur Bestimmung des Schmelzpunktes und Werthes von Gelatinelösungen etc. Chem.-Ztg. **26**, 203, 1902.

23. Calorimetrie.

W. F. Barrett. On the increase of electrical resistivity caused by alloying iron with various elements to the specific heat of those elements. Roy. Soc. London **65**, 601—602, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

24b. Wärmestrahlung.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Mich. Faraday. Experimental-Untersuchungen über Elektricität; herausgegeben von A. J. v. Oettingen. 106 u. 133 S. Ostw. Klass. Nr. 126 u. 128, 1902.
G. Naudet. Expériences d'électricité. I. Piles; Aimants; Machines électrostatiques, etc. 60 S. Paris, Desforges, 1902.
M. Abraham. Dynamik des Elektrons. Götting. Nachr. 1902, 20—41.
H. A. Lorentz. Théorie simplifiée des phénomènes électriques et optiques dans des corps en mouvement. Arch. Néerl. (2) **7**, 64—80, 1902.
Ferdinando Lori. Une interprétation mécanique de la conduction électrique. L'Elettricista 1901, 273. [L'éclair. électr. **31**, 119, 1902.
Roesen. Die neuere, Maxwell-Hertz'sche, Anschauung über Magnetismus und Elektricität. (Erläutert durch Versuche und Modelle.) Jahresber. naturw. Ver. Crefeld 1900—1901, 44—48, 1901.
Ferdinand Braun. Ueber die Erregung stehender elektrischer Drahtwellen durch Entladung von Condensatoren. Ann. d. Phys. (4) **8**, 199—211, 1902.
Georg Seibt. Elektrische Drahtwellen mit Berücksichtigung der Marconi'schen Wellentelegraphie. Elektrot. ZS. **23**, 341—344, 365—369, 1902.
P. Zeeman. Mesures relatives à l'absorption des vibrations électriques dans un électrolyte. Arch. Néerl. (2) **7**, 10—27, 1902.
E. Cohn et **P. Zeeman.** Observations sur la propagation de vibrations électriques dans l'eau. Arch. Néerl. (2) **7**, 1—9, 1902.

Karl Wildermuth. Ueber die Absorption elektrischer Schwingungen in Flüssigkeiten. Ann. d. Phys. (4) **8**, 212—226, 1902.

August Becker. Interferenzröhren für elektrische Wellen. Ann. d. Phys. (4) **8**, 22—62, 1902.

T. Levi-Civita. Influenza di uno schermo conduttore sul campo elettromagnetico di una corrente alternativa parallela allo schermo. Lincei Rend. (5) **11** [1], 228—237, 1902.

Angelo Battelli e **Luigi Magri.** Sulle scariche oscillatorie. Mem. di Torino (2) **51**, 350—411, 1902.

L. Mandelstam. Bestimmung der Schwingungsdauer der oscillatorischen Condensatorentladung. Ann. d. Phys. (4) **8**, 123—148, 1902.

Brillouin. Oscillations propres des réseaux de distribution. C. R. **134**, 768, 1902.

H. Poincaré. Die Telegraphie ohne Draht. Aus dem Annuaire du Bureau des Longitudes übersetzt von W. Jaeger. [D. Mech.-Ztg. 1902, 63—65, 73—75.

26. Quellen der Elektricität.

P. Lenard. Ueber die lichtelektrische Wirkung. Ann. d. Phys. (4) **8**, 149—198, 1902.

Adolf Heydweiller. Ueber Selbstelektrisirung des menschlichen Körpers. Ann. d. Phys. (4) **8**, 227—229, 1902.

G. P. Feldmann. Ueber wattlose Ströme. Elektrot. ZS. **23**, 376—379, 1902.

27. Elektrostatik.

G. Le Cadet. Dispositif d'électroscope atmosphérique enregistreur. C. R. **134**, 745—747, 1902.

C. D. Child. Discharge from hot platinum wires. Science (N. S.) **15**, 553—554, 1902.

28. Batterieentladung.

29. Galvanische Ketten.

Emil Bose. Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn V. Czepinski: „Einige Messungen an Gasketten." ZS. f. anorg. Chem. **30**, 406—408, 1902.

M. Schoop. Ueber Untersuchungen an Bleischwammplatten. Centralbl. f. Accum.-Elem.- und Accumob.-Kde. **3**, 93—96, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

Hans Boas. Ein neuer Quecksilberstrahl-Unterbrecher. Elektrot. ZS. **23**, 379, 1902.

J. T. Morris. Use of Cathode Rays in Alternate Current Work. Phys. Soc. April 11, 1902. [Chem. News **85**, 188, 1902.

R. Manzetti. Un nouvel instrument pour la mesure des fréquences. L'Élettricista 1901, 97. [L'éclair. électr. **31**, 118—119, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

W. F. Barett. On the increase of electrical resistivity caused by alloying iron with various elements to the specific heat of those elements. Roy. Soc. London Febr. 6, 1902. [Nature **65**, 601, 1902.

Karl Hohage. Anwendung des Elektrometers bei Wechselstrom zur directen Messung des Effectes, des Stromes und des Phasenwinkels. Elektrot. ZS. **23**, 365, 1902.

J. Görner. Ueber Messungen elektrischer Effecte. Elektrot. ZS. **23**, 338 340, 362—365, 1902.

32. Elektrochemie.

A. Crum Brown. The Ions of Electrolysis. Roy. Inst. Great. Brit. 31. Jan. 1902, 17 S.

B. D. Steele. The Measurement of Ionic Velocities in Aqueous Solution, and the Existence of Complex Ions. Phil. Trans. (A.) **198**, 105—145, 1902.
Emil Bose. Ueber die Natur der Elektricitätsleitung in elektrolytischen Glühkörpern. Götting. Nachr. 1902, 1—19.
Ernest Wilson. Alternate-current electrolysis. The Electrician **48**, 1025—1026, 1902.
Louis Kahlenberg. Chemical Action and the Theory of Electrolytic Dissociation. Science Club Univ. Wisconsin Febr. 27, 1902. [Science (N. S.) **15**, 542—543, 1902.
Erich Müller u. **O. Friedberger.** Die Darstellung überschwefelsaurer Salze durch Elektrolyse ohne Diaphragma. ZS. f. Elektrochem. **8**, 230—236, 1902.
P. Drude. Entgegnung gegen Dr. Urbasch. ZS. f. Elektrochem. **8**, 229—230, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

G. Weissmann. L'Éclairage électrique par lampes à incandescence à filaments de carbone et sur le système économiseur Weissmann-Wydts. Soc. Franç. de Phys. No. 179, 4—5, 1902.
E. Goldstein. Ueber den Einfluss der Lichtbrechung auf Beobachtungen an Geissler'schen Röhren. Ann. d. Phys. (4) **8**, 94—102, 1902.
E. Gehrcke. Ueber den Geschwindigkeitsverlust, welchen die Kathodenstrahlen bei der Reflexion erleiden. Ann. d. Phys. (4) **8**, 81—93, 1902.
Guilloz. Sur la stéréoscopie et le relief des ombres. Soc. Franç. de Phys. No. 179, 4, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

36. Magnetismus.

H. S. Magnetische Spiegelbilder. Dingl. Journ. **317**, 146—147, 1902.
W. M. Hicks. The Permeability of Iron Alloys. Nature **65**, 558, 1902.
H. Nagaoka et **K. Honda.** La magnétostriction des aciers au nickel. Soc. Franç. de Phys. No. 179, 1—2, 1902.
H. Meldau. Der Schiffscompass. Phys. ZS. **3**, 323—326, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

A. Righi. Nochmals über die Frage des durch die elektrische Convection erzeugten Magnetfeldes. Phys. ZS. **3**, 310—313, 1902.
A. Potier et **H. Poincaré.** Sur les expériences de M. Crémieu et une objection de M. Wilson. L'éclair. électr. **31**, 83—93, 1902.

38. Elektrodynamik. Induction.

Morris. On the Growth of Electric Currents in an Inductive Circuit. Phys. Soc. April 11, 1902. [Chem. News **85**, 189, 1902.

39. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithson. Institution. Vol. I. gr. 4°. 266 S. Washington, Government Printing Office, 1900.

1B. Planeten und Monde.

Total eclipse of the moon (April 22). Nature 65, 1694, 574, 1902.

1C. Fixsterne und Nebelflecken.

J. H. Jeans u. **J. Newton.** The Stability of a Spherical Nebula. Proc. Roy. Soc. London 68, 449, 454—456, 1901.

H. M. Reese. Further observations of the movements and changes in the nebulosity about Nova Persei. Astrophys. Journ. 15, 2, 136—147, 1902.

W. Foerster. Weitere Mittheilungen in Betreff der Lichtgebilde in der Umgebung des neuen Sternes im Perseus. Mitth. d. Ver. Freund. Astr. kosm. Phys. 12, 3, 37—38, 1902.

F. K. Ginzel. Der neue Stern im Perseus. Himmel und Erde 13, 12, 548—553, 1901.

G. W. Ritchey. Nebulosity about Nova Persei. Recent photographs. Astrophys. Journ. 15, 2, 129—131, 1902.

1D. Die Sonne.

J. Wilsing. Ueber die Erhaltung der Energie der Sonnenstrahlung. Astr. Nachr. 154, 430—435, 1901.

C. Fabry und **A. Perot.** Measures of absolute wave-lengths in the solar spectrum and in the spectrum of iron. Astrophys. Journ. 15, 2, 73—96, 1902.

C. D. Perrine. Origin of a disturbed region observed in the corona of 1901, May 17—18. Astrophys. Journ. 15, 2, 147—149, 1902.

S. A. Mitchell. The flash Spectrum, Sumatra Eclipse 1901, May 18. Month. Not. 17, 5, 370—374, 1902.

S. A. Mitchell. The flash spectrum, May 18th 1901. Wave-length determinations and general conclusions regarding the „Reversing Layer“. Astrophys. Journ. 15, 2, 97—121, 1902.

1E. Kometen.

1F. Meteore und Meteoriten.

W. F. Denning. The radiant point of the April Lyrids. Nature 65, 1694, 578, 1902.

The Felix Meteorite. Nature 65, 1693, 543, 1902.

Charles C. Trowbridge. Physical Nature of persistent Meteor Trains. Sect. of Astron. phys. and chem. New York Acad. sc. meeting 28. Feb. 1902. Ref.: Science 15, 379, 547—548, 1902.

G. P. Merrill. Notes on a (Hitherto Undescribed) Meteorite from Admire Kansas. Ref.: Science 15, 379, 546—547, 1902.

E. Cohen. Die Meteoreisen in Griqualand-East, Süd-Afrika. Das Meteoreisen von Bethany, Great Namaqualand, Südafrika. An. South African Museum 2, 9, 1900.

Stanislaus Meunier. Examen du fer météoritique de Guatémala. C. R. 134, 13, 755—756, 1902.

1G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

A. R. Hunt. Municipal Meteorology. Nature 65, 1694, 561, 1902.

F. Koerber. Das Wärmegleichgewicht der Atmosphäre nach den Vorstellungen der kinetischen Gastheorie. ZS. f. phys.-chem. Unterr. 14, 5, 290—292, 1901.

E. J. Marey. Les mouvements de l'air étudiés par la chronophotographie. La Nature 29, 1476, 232—234, 1901.

F. Heinz, Sarajéwo. Post. Prometheus 13, 653, 464, 1902.

E. Herrmann. Rückblick auf das Wetter in Deutschland im Jahre 1901. Ann. d. Hydr. 30, 4, 191—201, 1902.

A. J. Henry and **N. B. Conger.** Meteorological Chart of Great Lakes Summary for the Season of 1901. U. S. Weather Bur. Ref.: Science 15, 379, 556, 1902.

L. E. Dinklage. Resultate meteorologischer Beobachtungen der Höhenstation Monte Café auf der Insel San Thomé, Westafrika. Ann. d. Hydr. 30, 4, 202—215, 1902.

Die Witterung an der deutschen Küste im Febr. 1902. Ann. d. Hydr. 30, 4, 229—232, 1902.

P. Q. Keegan. Winter Phenomena in Lakeland. Nature 65, 1694, 559—560, 1902.

Meteorologisch Jaarbook voor 1899. Uitgegeven door het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut. 51, 1902.

L. Teisserenc de Bort. Note sur quelques résultats des ascensions de Ballons-sondes a Trappes. Annu. soc. mét. de France 50, Mars, 49—52, 1902.

A. L. Rotch. The exploration of the atmosphere at sea by means of kites. Nature 65, 1693, 545, 1902.

A. Mallock. Rotation of a Lamina falling in air. Nature 65, 1692, 510, 1902.

2B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

The dust storm of March 9—12, 1901. Science 15, 379, 555, 1902.

A. Gautier. Ueber den Ursprung des atmosphärischen Wasserstoffs. Bull. soc. chim. 25/26, 231—235, 1901.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

2D. Luftdruck.

G. Guglielmo. Sulla misura della pressione atmosferica mediante il Ludione. Nuov. Cim. (5) 1, Maggio, 365—378, 1901.

2E. Winde und Stürme.

Ristorcelli. Observations sur le typhon des 17 et 18 octobre 1901 dans la mer de Chine. Annu. soc. mét. de France 50, 63—64, 1902.

2F. Wasserdampf.

B. Richter. Ueber die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft in Lehrsälen mit Berücksichtigung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft im Freien. Diss. Rostock 1898, 63 S.

G. Streun. Die Nebelverhältnisse der Schweiz. Inaug.-Diss. (Bern, 1901). Ref.: Globus 81, 15, 243—244, 1902. Ref.: Science 15, 380, 594, 1902.

2G. Niederschläge.

E. Lefebvre. Fortes pluies dans le Jura. Annu. soc. mét. de France 50, Mars, 65, 1902.

2H. Atmosphärische Elektricität.

G. le Cadet. Dispositif d'électroscope atmosphérique enregisteur. C. R. 134, 13, 745—747, 1902.

E. Pellew. Variationen der atmosphärischen Elektricität. Nature 63, 491, 1901.

Firmin Larroque. Les ondes hertziennes dans les orages. C. R. 134, 12, 700—701, 1902.

Joseph Jaubert. Sur l'orage du 29 mai 1901. C. R. 132, 22, 1371—1374, 1901.

K. R. Koch. Untersuchungen über die Natur des Blitzes. Phys. ZS. 2, 50, 715—718, 1901.

2I. Meteorologische Optik.

Vittorio E. Boccara. Ueber die tägliche Variation der atmosphärischen Refraction. Nat. Rdsch. 17, 16, 200, 1902.

H. S. Allen. The photography of disturbances in air. Proc. soc. Glasgow, 4. Dec. 1901.

E. H. Hills. Note on the „Green Flash" at Sunset. Month. Not. 17, 5, 431—432, 1902.

T. W. Backhouse. The „Green Flash". Month. Not. 17, 5, 430—431, 1902.

G. Paul. Sun Pillars. Nature 65, 1692, 511—512, 1902.

H. B. Knowles. Sun Pillars. Nature 65, 1693, 536, 1902.

2K. Synoptische Meteorologie.

2L. Dynamische Meteorologie.

2M. Praktische Meteorologie.

R. Börnstein. Das Wetterschiessen. Himmel u. Erde 13, 402—408, 1901.

W. L. Moore. Hail prevention. Annual Reports, Department of Agriculture 1901, Ref.: Science 15, 380, 594—595, 1902.

W. N. Shaw. Hailstorm Artillery. Nature 64, 1650, 159—160, 1901.

Ch. Goutereau. Sur le tir du canon contre la grêle. Annu. soc. mét. de France 50, Mars, 52—59, 1902.

2N. Kosmische Meteorologie.

H. Clayton. Le cyclone d'éclipse, le cyclone et l'anticyclone diurne des régions tempérées. Annu. soc. mét. de France 50, Mars, 60—62, 1902.

2O. Meteorologische Apparate.

G. W. Russel. Ein leicht zu construirendes Barometer. Amer. Chem. J. 25, 508—510, 1901.

Ch. Éd. Guillaume. Ueber den Capillarenfehler in Quecksilberthermometern. Soc. franç. de Phys. 159, 3—4, 1901.

O. Hecker. Ueber eine bequeme Methode der künstlichen Alterung von Thermometern. D. Mechan.-Ztg. 1901, 41—42.

C. F. Marvin. Anemometer comparisons and the use of ball bearings. Ref. Science 15, 379, 544, 1902.

2P. Klimatologie.

Alexander Buchan. Climatological Atlas of the Russian Empire. Atlas climatologique de l'Empire de Russie. Publié par l'Observatoire physique central Nicolas, à l'Occasion du cinquantième Anniversaire de ses Fondations 1849—1899. St. Pétersbourg, 1900. Ref.: Nature 65, 1694, 554, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Italian exploration in arctic regions. Nature 64, 1650, 158—159, 1901.

Edward B. Poulton. The National Antarctic Expedition. Nature 64, 16, 50, 156, 1901.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers (Gestalt, Dichte, Attraction, Bewegung im Raume, Ortsbestimmungen).

J. F. Hayford. The Gravity measures of Europe and of United States. Science 13, 330, 654—655, 1901.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

3 F. Erdbeben.

G. Agamennone. Der Mikroseismometograph für drei Componenten. Rend. R. Accad. dei Linc. (5) 10, 1. Sem., 291—299, 1901.

Prof. Dr. **W. Láska.** Die Erdbeben Polens. Des Historischen Theiles 1. Abtheilung. Mitth. Erdbeben-Com. kais. Akad. Wissensch. Wien. Neue Folge 8. Wien, 1902.

3 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

D. L. Hazard. The secular Variation of the Magnetic Declination in the United States. Phil. Soc. Washington (meeting March 1, 1902.) Ref.: Science 15, 379, 543—544, 1902.

J. Dechant. Die Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus mittels der Wage. ZS. f. phys.-chem. Unterr. 14, 5, 293—294, 1901.

W. Ellis. Magnetische Beobachtungen während einer totalen Sonnenfinsterniss. Nature 64, 15—16, 1901.

M. Zeisberg. Erdmagnetische Untersuchungen im Zobtengebiet. (Inaug.-Diss.) 42 S. Breslau, 1899.

B. Brunhes u. **P. David.** Ueber die Richtung des Magnetismus in Thonschichten, die durch Lavaflüsse in Backstein umgewandelt sind. Nat. Rdsch. 16, 39, 487, 1901.

Fridtjof Nansen. The Norwegian North Polar Expedition, 1893—1896. Scientific Results, Vol. 2. London, Longmans, Green and Co., 1901.

Report on Observations in Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity made at the Central Meteorological Observatory of Japan for the year 1897. pp. 60. Tokio, Central Meteorological Observatory.

P. Bachmetjew. Der gegenwärtige Stand der Frage über elektrische Erdströme. Nebst 6 Taf. u. Zeichnungen. St. Petersburg, 1901.

Charles Nordmann. La cause de la période annuelle des aurores boréales. C. R. 134, 13, 750—752, 1902.

3 H. Niveauveränderungen.

3 J. Orographie und Höhenmessungen.

3 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

3 L. Küsten und Inseln.

3 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Dr. **Gerhardt Schott.** Die Wärmevertheilung in dem Wasser der südpolaren Meere. Ann. d. Hydr. 30, 4, 215—224, 1902.

3 N. Stehende und fliessende Gewässer.

3 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. 30. Mai 1902. Nr. 10.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 10 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 8. bis 17. Mai 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

L. Margat-l'Huilier. Leçons de Physique. Pesanteur, chaleur. 2. éd. VI u. 276 S. Paris, 1902.

E. Riecke. Lehrbuch der Experimentalphysik. 2. Aufl. 1. Mechanik, Akustik, Optik. XVI u. 534 S. Leipzig, Veit u. Co., 1902.

T. Gross. Kritische Beiträge zur Energetik. Heft 2. H. v. Helmholtz und die Erhaltung der Energie. 64 S. Berlin, 1902.

Silvanus P. Thompson. Prof. Alfred Cornu. Nature **66**, 12—13, 1902.

Congrès international d'électricité. (Paris 18 — 25 Août 1900.) Rapport et procès-verbaux, publiés par les soins de M. É. Hospitalier. 56 S. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

Berichte über Apparate und Anlagen, ausgeführt von Leppin u. Masche. Berlin, S. O. 1. Jahrg. 1902 (erscheint monatlich).

1b. Maass und Messen.

J. Pernet. Ueber einen Drehcomparator zur Vergleichung und Ausdehnungsbestimmung von Maassstäben. Mitth. Phys. Ges. Zürich 1901, 7—12.

Hans Löschner. Genauigkeitsuntersuchungen für Längenmessungen mit besonderer Berücksichtigung einer neuen Vorrichtung für Präcisionsstahlbandmessung. Diss. 56 S. Hannover, Gebr. Jänecke, 1902.

J. Macé de Lépinay. Sur une nouvelle méthode pour la mesure optique des épaisseurs. C. R. **134**, 898—900, 1902.

E. Gumlich. Präcisionsmessungen mit Hülfe der Wellenlänge des Lichtes. Vorträge u. Abh. von der ZS. „Das Weltall", Heft III. 16 S. Berlin, Schwetschke u. Sohn, 1902.

C. Chree. Applications of Elastic Solids to Metrology. Proc. Phys. Soc. London **18**, 1—57, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

T. Hilsdorf. Die zeichnerische und körperliche Darstellung im physikalischen Unterricht. Theil I: Mechanik und Akustik. IV u. 116 S. Darmstadt, 1902.

Anlage von Spiegelgalvanometern. Ber. über App. u. Anlagen, ausgeführt von Leppin u. Masche, **1**, 9—12, 1902.

Julius Fischer. Ein Schulelektroskop. Versuche mit demselben. S. A. Period. Bl. f. Realien-Unterr. u. Lehrmittelwesen **7**, 14 S., 1902.

Ferdinand Kryž. Neue Elektrolysestative und Mikrobrenneraufsatz. Oesterr. Chemiker-Ztg. **5**, 124—125, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 1033—1034.

2. Dichte.

3. Physikalische Chemie.

H. Helmholtz. Abhandlungen zur Thermodynamik chemischer Vorgänge; herausgegeben von Max Planck. Ostwald's Class. Nr. 124, 83 S. Leipzig, Engelmann, 1902.

J. Bredt. Die Beziehungen zwischen Atomgewicht und Eigenschaften der chemischen Elemente. 34 S. Hermannstadt, 1902.

Theodore Williams Richard and **Benjamin Shores Merigold.** A new investigation concerning the atomic weight of uranium. Chem. News **85**, 207—209, 222—223, 1902.

G. Guglielmo. Intorno ad alcuni nuovi metodi per determinare il peso molecolare dei corpi in soluzione diluita. Cim. (5) **3**, 236—240, 1902.

John Alexander Mathews. Upon the constitution of binary alloys (Forts.). Journ. Frankl. Inst. **153**, 221—230, 1902.

J. D. van der Waals. Ternary Systems. Proc. Amsterdam **4**, 539—560, 1902.

Edgar Philip Perman. The Influence of Salts and other Substances on the Vapour Pressure of Aqueous Ammonia Solution. Journ. Chem. Soc. **81**, 480—489, 1902.

Rud. Wegscheider. Ueber den Einfluss der Constitution auf die Affinitätsconstanten organischer Säuren. Wien. Ber. **111** [2b], 67—96, 1902.

3a. Krystallographie.

Fréd. Wallerant. Sur la forme primitive des corps cristallisés. C. R. **134**, 921—922, 1902.

W. Spring. Sur les conditions dans lesquelles certains corps prennent la texture schisteuse. Arch. sc. phys. et nat. (4) **12**, 329—341, 1902.

4. Mechanik.

X. Antomari et **E. Humbert.** Cours de mécanique, à l'usage des candidats à l'École centrale. 270 S. Paris, Nony et Cie., 1902.

C. Bourlet. Cours de Statique, comprenant les éléments de Statique graphique et du Calcul des moments d'inertie. 284 S. Paris, 1902.

F. Caldarera. Corso di Meccanica razionale. **2** [1], 108 S. Palermo, 1902.
S. A. F. White. Note on the Compound Pendulum. Phys. Soc., April 25, 1902. [Chem. News **85**, 212—213, 1902.
H. Poincaré. Sur la stabilité de l'Équilibre des Figures pyriformes affectées par une masse fluide en rotation. 41 S. Phil. Trans., 1902.
G. H. Darwin. On the pear-shaped Figure of Equilibrium of a rotating Mass of Liquid. Phil. Trans. 1902, 31 S.
J. Cardinaal. The motion of variable systems. Proc. Amsterdam **4**, 588—593, 1902.

5. Hydromechanik.

Thomas R. Lyle and **Richard Hosking.** The Temperature Variations of the Specific Molecular Conductivity and of the Fluidity of Sodium Chloride Solutions. Phil. Mag. (6) **3**, 487—498, 1902.
De Bussy. Résistance due aux vagues satellites. C. R. **134**, 813—820, 882—885, 1902.

6. Aeromechanik.

J. E. Petavel. A Recording Manometer for High-Pressure Explosions. Phil. Mag. (6) **3**, 461—471, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

Hermann Fricke. Ueber die elastischen Eigenschaften des Leders. 69 S. Diss. Göttingen, 1902.
F. Rinne. Bemerkungen über die Druckfestigkeit einiger Quarz- und Feldspathwürfel sowie über die Zugfestigkeit von Glimmerstreifen. Centralbl. f. Min. 1902, 262—266.
Rabut. Lois de déformation, principes de calcul et règles d'emploi scientifique du beton armé. C. R. **133**, 895—898, 1902.

7b. Capillarität.

Leduc et **Sacerdote.** Sur la cohésion des liquides. Soc. Franç. de Phys. No. 180, 4—5, 1902.
Alfred Gradenwitz. Ueber eine neue Methode zur Bestimmung von Capillarconstanten verdünnter Salzlösungen. Diss. Breslau, 1902. [Phys. ZS. **3**, 329—331, 1902.

7c. Lösungen.

J. Billitzer. Versuch einer Theorie der mechanischen und colloidalen Suspensionen. Wien. Anz. 1902, 108—109.
A. Meusser. Metallchlorate. Studien über die Löslichkeit der Salze. Chem. Ber. **35**, 1414—1424, 1902.
H. O. Jones and **O. W. Richardson.** Note on a Method for determining the Concentration of Hydrogen Ions in Solution. Proc. Cambr. Phil. Soc. **11**, 337—339, 1902.
Thomas R. Lyle and **Richard Hosking.** The Temperature Variations of the Specific Molecular Conductivity and of the Fluidity of Sodium Chloride Solutions. Phil. Mag. (6) **3**, 487—498, 1902.
William Campbell u. **John A. Mathews.** Die Legirungen des Aluminiums. Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 253—266, 1902 [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 1088.

7d. Diffusion.

T. Godlewski. Sur la pression osmotique de quelques dissolutions calculée d'après les forces électromotrices des piles de concentration. Krak. Anz. 1902, 146—163.
J. Thovert. Diffusion rétrograde des électrolytes. C. R. **134**, 826—827, 1902.
J. Alfred Wanklyn. On the Physical Peculiarities of Solutions of Gases in Liquids. Phil. Mag. (6) **3**, 498—500, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

W. Müller-Erzbach. Ueber das Wesen und über die Unterschiede der Adsorption. Wien. Anz. 1902, 102—103.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

W. C. L. van Schaik. Wellenlehre und Schall. Deutsch von H. Fenkner. XI u. 358 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.
Giov. Telesca. Della velocità del suono. I, II, 63 u. 43 S. Matera, tip. F. P. Conti, 1901.
Josef Tuma. Eine Methode zur Vergleichung von Schallstärken und zur Bestimmung der Reflexionsfähigkeit verschiedener Materialien. Wien. Anz. 1902, 101—102.
Marage. Mesure de l'acuité auditive. Soc. Franç. de Phys. No. 180, 7—8, 1902.
S. R. Cook. On Flutings in a Sound-Wave and the Forces due to a Flux of a Viscous Fluid around Spheres. Phil. Mag. (6) **3**, 471—482, 1902.
Lord **Rayleigh.** Interference of Sound. Roy. Inst., Jan. 17, 1902. [Nature **66**, 42—44, 1902.
Paul Janet. Quelques remarques sur la théorie de l'arc chantant de Duddell. C. R. **134**, 821—823, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

P. Drude. The Theorie of Optics, translated by C. Ribory Mann and Robert A. Millikan. London, Longmans, 1902.
R. Wachsmuth und **O. Schönrock.** Beiträge zu einer Wiederholung des Mascart'schen Versuches. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 183—188, 1902.
William B. Cartmel. The Michelson-Morley Experiment. Phil. Mag. (6) **3**, 555—556, 1902.
W. M. Hicks. The Michelson-Morley Experiment. Phil. Mag. (6) **3**, 556, 1902.
Max Planck. Zur elektromagnetischen Theorie der Dispersion in isotropen Nichtleitern. Berl. Ber. 1902, 470—494.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

Albert A. Michelson. The velocity of light. S.-A. The Decennial Publications, Univ. Chicago, 9 S., 1902.

J. J. Taudin Chabot. Reflexion und Refraction mittels einer natürlich gekrümmten Fläche, zwecks Demonstration geometrisch-optischer Grunderscheinungen. Phys. ZS. **3**, 331—332, 1902.

F. Kurlbaum. Ueber das Reflexionsvermögen von Flammen. Phys. ZS. **3**, 332—334, 1902.

P. V. Bevan. The Influence on Light reflected from and transmitted through a Metal of a Current in the Metal. Proc. Cambr. Phil. Soc. **11**, 380—390, 1902.

J. D. Everett. On Focal Lines, and Anchor-Ring Wave-Fronts. Phil. Mag. (6) **3**, 483—486, 1902.

Arthur Kerber. Formeln zur analytischen Berechnung von Aplanaten. Der Mechaniker **10**, 97—100, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

F. F. Martens. Ueber den Einfluss des Atomgewichtes auf die Eigenschwingung, Dispersion und Farbe von durchsichtigen Elementen und Verbindungen. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 138—166, 1902.

C. Fabry and **A. Perot.** Measures of absolute wave-lengths in the solar spectrum and in the spectrum of iron. Astrophys. J. **15**, 73—96, 1902.

John Fred Mohler. The Doppler effect and reversal in spark spectra. Astrophys. J. **15**, 125—128, 1902.

B. Eginitis. Variations du spectre des etincelles. C. R. **134**, 824—825, 1902.

George E. Hale. Note on the spark spectrum of iron in liquids and in air at high pressures. Astrophys. J. **15**, 132—135, 1902.

Henri Stassano. Sur la nature et la constitution du spectre des aurores polaires. Ann. chim. phys. (7) **26**, 40—57, 1902.

H. M. Reese. A determination of the cause of the discrepancy between measures of spectrograms made with violet to left and with violet to right. Astrophys. J. **15**, 142—147, 1902.

Percival Lewis. The effect of sodium on the hydrocarbon bands in the spectrum of the bunsen flame. Astrophys. J. **15**, 122—124, 1902.

R. W. Wood. Prisms and Plates for Showing Dichromatism. Nature **66**, 31—32, 1902.

Walter Noel Hartley. The Absorption Spectra of Metallic Nitrates. Journ. Chem. Soc. **81**, 556—574, 1902. Proceedings Chem. Soc. **18**, 67—68, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 1037.

G. P. Drossbach. Ueber ultraviolette Absorptionsspectren. Chem. Ber. **35**, 1486—1489, 1902.

A. Pflüger. Die Absorption festen Cyanins im Ultraviolett. Ann. d. Phys. (4) **8**, 230—232, 1902.

13. Photometrie.

J. Violle. Photométrie. Congrès intern. d'électricité, Paris, 1900. **1**, 23—45, 1901.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

K. A. Hofmann. Ueber radioactive Stoffe. Chem. Ber. **35**, 1453—1457, 1902.

Th. Tommasina. Sur l'absorption de la radioactivité par les liquides. C. R. **134**, 900—902, 1902.

Geoffrey Martin. The radioactive elements considered as examples of elements undergoing decomposition at ordinary temperatures. Together with a discussion of their relationship to the other elements. Chem. News **85**, 205—206, 1902

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

H. C. Pocklington. On a method of increasing the sensitiveness of Michelson's Interferometer. Proc. Cambr. Phil. Soc. **11**, 375—379, 1902.

G. Sagnac. Principe d'un nouveau réfractomètre interférential. C. R. **134**, 820—821, 1902.

Daniel Berthelot. Sur une méthode optique nouvelle pour la mesure des températures en valeur absolue. Ann. chim. phys. (7) **26**, 58—144, 1902.

J. Macé de Lépinay. Sur une nouvelle méthode pour la mesure optique des épaisseurs. C. R. **134**, 898—900, 1902.

James Walker. On MacCullagh and Stokes's Elliptic Analyser and other Applications of a Geometrical Representation of the State of Polarization of a Stream of Light. Phil. Mag. (6) **3**, 541—549, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

E. Néculcéa. Le Phénomène de Kerr et les Phénomènes electro-optiques. X u. 91 S. Paris, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

Josef Grünwald. Ueber die Ausbreitung elastischer und elektromagnetischer Wellen in einaxig-krystallinischen Medien. Wien. Anz 1902, 103—104.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Socio G. Ciamician e di **P. Silber.** Azioni chimiche della luce. Lincei Rend. (5) **11** [1], 277—284, 1902.

P. Vignon. Sur la formation d'images négatives par l'action de certaines vapeurs. C. R. **134**, 902—904, 1902.

M. J. Wilbert. On the reversal of the photographic image and its subsequent development in actinic light. Journ. Frankl. Inst. **153**, 231—235, 1902.

Eduard Kuchinka. Neuere Apparate und Verfahren zur Herstellung von Farbenphotographien nach dem Dreifarbenprocesse. Der Mechaniker **10**, 100—103, 1902.

17. Physiologische Optik.

André Broca et **D. Sulzer.** La sensation lumineuse en fonction du temps. C. R. **134**, 831—834, 1902.

18. Optische Apparate.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

K. Olszewski. Determination of Inversion Temperature of Kelvin Effect in Hydrogen. Phil. Mag. (6) **3**, 535—540, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

H. Stanley. An infra-gaseous state of matter. Chem. News 85, 217, 1902.

Gustav Jaeger. Der innere Druck, die innere Reibung, die Grösse der Molekeln und deren mittlere Weglänge bei Flüssigkeiten. Wien. Anz. 1902, 121.

19d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

P. Chappuis. Notes on Gas-Thermometry. Proc. Phys. Soc. London 18, 89—94, 1902.

Daniel Berthelot. Sur une méthode optique nouvelle pour la mesure des températures en valeur absolue. Ann. chim. phys. (7) 26, 58—144, 1902.

R. S. Whipple. A Temperature Indicator for Use with Platinum Thermometers. Phys. Soc., April 25, 1902. [Chem. News 85, 212, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

A. Wassmuth. Apparate zur Bestimmung der Temperaturveränderungen beim Dehnen oder Tordiren von Drähten. Wien. Anz. 1902, 119—120.

De Forcrand. Sur la composition des hydrates de gaz. C. R. 134, 835—838, 1902.

J. Rosenthal. Die Wärmeproduction der Thiere. S.-A. Festschrift Univ. Erlangen zur Feier des 80. Geb. des Prinzregenten, 16 S. Erlangen und Leipzig, A. Deichert Nachf. Georg Böhme, 1901.

J. Rosenthal. Untersuchungen über den respiratorischen Stoffwechsel. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1902, 167—199.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

A. Ludwig. Die Schmelzung der Kohle. ZS. f. Elektrochem. 8, 273—281, 1902.

A. Brun. Étude sur le point de fusion des minéraux et sur les conséquences pétrographiques et synthétiques qui en resultent. Arch. sc. phys. et nat. (4) 12, 352—374, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

Horace Bénédicte de Saussure. Versuch über die Hygrometrie. Heft II, herausgeg. von A. J. v. Oettingen. Ostwald's Class. Nr. 119, 170 S., 1900. Leipzig, Engelmann.

23. Calorimetrie.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

A. Schweitzer. Wärmeleitungsvermögen des Eisens in Function der Magnetisirung. 11. Jahresber. Phys. Ges. Zürich 1899 u. 1900, 13.

Ladislas Natanson. Sur la conductibilité calorifique d'un gaz en mouvement. Krak. Anz. 1902, 137—146.

H. Claassen. Die Wärmeübertragung bei der Verdampfung von Wasser und von wässrigen Lösungen. ZS. d. Ver. D. Ing. 46, 418—425, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Poloni e Grassi. Magnetismo e elettricità. 608 S. Milano, Ulrico Hoepli, 1902.

A. Raudot. Recueil de problèmes d'Électricité. Paris, 1902.

R. Wallace Stewart. A Text-Book of Magnetism and Electricity. 5. ed. London, Clive.

Michael Faraday. Experimentaluntersuchungen über Elektricität. Hrsg. v. A. J. v. Oettingen. IX—XI. Reihe (1835). Ostwald's Class. Nr. 126, 106 S., 1901. Leipzig, Engelmann.

Michael Faraday. Experimentaluntersuchungen über Elektricität. XII u. XIII. Reihe, herausgeg. von A. J. v. Oettingen. Ostwald's Class. Nr. 128, 133 S., 1901. Leipzig, Engelmann.

Silvanus P. Thompson. Sur les mécanismes électromagnétiques. Congrès intern. d'électricité. Paris, 1900. **1**, 201—209, 1901.

W. Schaufelberger. Widerstandsänderung im elektrostatischen Felde. 11. Jahresber. Phys. Ges. Zürich 1899 u. 1900, 14—15.

A. Battelli e L. Magri. Sulle scariche oscillatorie. Cim (5) **3**, 177—235, 1902.

C. Heinke. Ueber gleich gerichteten Wechselstrom. Phys. ZS. **3**, 334—336, 1902.

E. Lüdin. Ueber elektrische Schwingungen. Mitth. Phys. Ges. Zürich 1901, 23—24.

Georg Seibt. Elektrische Drahtwellen mit Berücksichtigung der Marconi'schen Wellentelegraphie. Elektrot. ZS. **23**, 386—389, 409—412, 1902.

J. B. Pomey. Oscillations propres des réseaux. L'éclair. électr. **31**, 197—201, 1902.

O. Rochefort. Remarques sur le fonctionnement des cohéreurs et des autodécohéreurs. C. R. **134**, 830—831, 1902.

André Blondel et Gustave Ferrié. État actuel et progrès de la télégraphie sans fil, par ondes Hertziennes. Congrès intern. d'électricité Paris 1900. **1**, 321—343, 1901.

Arthur Wilke. Die Grundlagen der drahtlosen Telegraphie. III. Die elektrischen Strahlen. IV. Der Cohärer. Prometheus **13**, 257—262, 305—309, 1902.

J. Billitzer. Eine einfache Methode zur directen Bestimmung von Dielektricitätsconstanten. Wien. Anz. 1902, 108.

E. v. Schweidler. Einige Versuche über Leitung und Rückstandsbildung in Dielectricis. Wien. Anz. 1902, 109.

John Buchanan. Note on a Paper by Prof. Fleming, F.R.S. and Mr. Ashton entitled „On a Model which Imitates the Behaviour of Dielectrics". Proc. Phys. Soc. London **18**, 84—88, 1902.

E. v. Schweidler. Einige Fälle der Energieverwandlung bei der Ladung von Condensatoren. Wien. Anz. 1902, 110.

L. Heymann. Absolute Messung der Capacität eines elektrischen Condensators mit der Wage. 11. Jahresber. Phys. Ges. Zürich 1899 und 1900, 11—12.

P. Boucherot. Sur l'emploi des condensateurs. Congrès intern. d'électricité Paris 1900. **1**, 190—201, 1901.

L. Lombardi. Condensateurs électriques pour haute tension. Congrès intern. d'électricité, Paris, 1900, **1**, 183—190, 1901.

26. Quellen der Elektricität.

27. Elektrostatik.

C. D. Child. Die Geschwindigkeit der von heissen Drähten ausgehenden Ionen (Zweite Mittheilung). Phys. ZS. 3, 336—338, 1902.

28. Batterieentladung.

R. Swyngedauw. Étude expérimentale de l'excitateur de Hertz. Soc. Franç. de Phys. No. 180, 7, 1902.

A. Battelli e **L. Magri.** Sulle scariche oscillatorie. Cim. (5) 3, 177—235, 1902.

B. Eginitis. Variations du spectre des étincelles. C. R. 134, 824—825, 1902.

29. Galvanische Ketten.

L. Weber, H. Roberjot. Nouvelles méthodes pour la mesure de la résistance intérieure des piles. L'éclair. électr. 31, 201—207, 1902.

R. Wittebolle. Les Accumulateurs. Paris, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

Georg J. Erlacher. Ueber die Stromdichte in Widerständen. Elektrot. ZS. 23, 404—406, 1902.

Kollert. Ueber Hitzdrahtstrommesser. Elektrot. ZS. 23, 384—386, 1902.

A. Blondel. Nouveaux oscillographes pour l'inscription des courbes périodiques des courants alternatifs. L'éclair. électr. 31, 161—168, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

W. Williams. On the Temperature Variation of the Electrical Resistances of Pure Metals, and Allied Matters. Phil. Mag. (6) 3, 515—532, 1902.

A. Pochettino. Sull' influenza di basse temperature sulla variazione di resistenza del selenio per effetto della luce. Lincei Rend. (5) 11 [1] 286—289, 1902.

E. Philip Harrison. On the Variation with Temperature of the Thermoelectromotive Force, and of the Electric Resistance of Nickel, Iron, and Copper, between the Temperatures of — 200° and + 1050°. Proc. Phys. Soc. 18, 57—77, 1902.

G. J. van Swaay. Magnetische en elektrische Meetingen met bijzondere toepassingen op het onderzoek naar de magnetische Eigenschappen van Ijzersoorten en het Ijken van Meetinstrumenten. XIV u. 589 S. Delft, 1902.

Thomas R. Lyle and **Richard Hosking.** The Temperature Variations of the Specific Molecular Conductivity and of the Fluidity of Sodium Chloride Solutions. Phil. Mag. (6) 3, 487—498, 1902.

32. Elektrochemie.

R. A. Lehfeldt. A Voltameter for Small Currents. Proc. Phys. Soc. London 18, 82—84, 1902.

Berthelot. Recherches sur les forces électromotrices. C. R. 134, 793—807, 1902. Berichtigung 932.

Berthelot. Sur quelques phénomènes de polarisation voltaique. C. R. 134, 865—873, 1902.

Berthelot. Sur les procédés destinés à constater l'action electrolytique d'une pile. C. R. 134, 873—876, 1902.

F. Haber u. **M. Sack.** Kathodenauflockerung und Kathodenzerstäubung als Folge der Bildung von Alkalilegirungen des Kathodenmaterials. ZS. f. Elektrochem. 8, 245—255, 1902.

Julius Tafel u. **Karl Schmitz.** Ueber die Reductionswirkung von Blei- und Quecksilberkathoden in schwefelsaurer Lösung. ZS. f. Elektrochem. **8**. 281—288, 1902.
Carl Hering. Electrolytic conduction without electrodes. Amer. Inst. Electr. Eng. [Electrician **49**, 62—63, 1902.
J. J. van Laar. On the asymmetry of the electro-capillary-curve. Proc. Amsterdam **4**, 560—577, 1902.
Le Blanc u. **E. Bindschedler.** Ueber die Bildung schwer löslicher Niederschläge bei der Elektrolyse mit löslichen Anoden. ZS. f. Elektrochem. **8**, 255—264, 1902.
C. D. Child. Die Geschwindigkeit der von heissen Drähten ausgehenden Ionen. II. Mittheilung. Phys. ZS. **3**, 336—338, 1902.
Henri Bouilhet. Dépots électrochimiques. Congrès intern. d'électricité. Paris, 1900. **1**, 303—305, 1901.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

E. Pinczower. Ueber thermoelektrische Hysteresis und Thermoelektricität von Kupfer-Zink-Legirungen. Mitth. Phys. Ges. Zürich, 1901, 24—27.
E. Philip Harrison. On the Variation with Temperature of the Thermo-electromotive Force, and of the Electric Resistance of Nickel, Iron and Copper, between the Temperatures of -200^0 and $+1500^0$. Proc. Phys. Soc. London **18**, 57—77, 1902.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

F. S. Archenhold und **E. W. Ruhmer.** Ueber eine schraubenförmige Entladung des Inductionsfunkens in einer mässig evacuirten Glasröhre Weltall **1**, 75—76, 1901.
J. Stark. Kritische Bemerkungen zu der Mittheilung der Herren Austin und Starke über Kathodenstrahlreflexion. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 167—182, 1902.
Percival Lewis. The Rôle of Water Vapour in Gaseous Conduction. Phil. Mag. (6) **3**, 512—514.

35a. Röntgenstrahlen.

F. Campanile e **G. di Ciommo.** Su di una proprietà indotta nei vapori dall' aria ixata. Cim. (5) **3**, 240—243, 1902.

36. Magnetismus.

K. Schild. Untersuchungen über die räumliche Vertheilung der magnetischen Kraft in ringförmigen Lufträumen. Mitth. Phys. Ges. Zürich 1901, 27—29.
S. P. Thompson. Magnetism in Growth. Oxford, 1902.
E. Gumlich. Ueber das Verhältniss der magnetischen Eigenschaften zum elektrischen Leitvermögen magnetischer Materialien. Stahl u. Eisen **22**, 330—332, 1901.
C. Runge u. **F. Paschen.** Ueber die Strahlung des Quecksilbers im magnetischen Felde. Aus dem Anhang zu der Abh. der Berl. Akad. vom Jahre 1902. 18 S. u. 6 Tafeln. Berlin, 1902.
George W. Walker. On Asymmetry of the Zeeman Effect. Proc. Phys. Soc. London **18**, 78—82, 1902.
Heinrich Gerstmann. Ueber den Zeemann-Effect. Weltall **1**, 77—79, 88—89, 1902.

Harold A. Wilson. The Hall Effect in Gases at Low Pressures. (Second paper.) Proc. Cambr. Phil. Soc. 11, 391—397, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

88. Elektrodynamik. Induction.

G. F. C. Searle. On the Coefficient of Mutual Induction for a circle and a circuit with two parallel sides of infinite length. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11, 398—406, 1902.

W. Mansergh Varley. On the Magnetism induced in Iron by Rapidly Oscillating Currentfields. Phil. Mag. (6) 3, 500—512, 1902.

Dawson Turner. A mechanical break for induction coils. Phys. Soc., April 25, 1902. [Chem. News 85, 211—212, 1902.

Wilson Noble. A Mechanical Break for Induction Coils. Phys. Soc., April 25, 1902. [Chem. News 85, 212, 1902.

Guido Grassi. Sulla variazione della tensione secondaria nei trasformatori a corrente alternata. Rend. di Napoli (3) 8, 58—64, 1902.

N. Vasilesco-Karpen. Sur la réaction magnétique de l'induit des dynamos. C. R. 134, 827—829, 1902.

89. Vermischte Constanten.

Richard K. Meade. The Chemical and Physical Examination of Portland Cement. 183 S. London, The Chemical Publ. Comp., 1901.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Dr. Hermann J. Klein. Jahrbuch der Astronomie u. Geophysik. Enth. die wichtigsten Fortschritte auf den Gebieten der Astrophysik, Meteorologie und physikalischen Erdkunde. Unter Mitwirkung von Fachmännern. 12, 1901. Mit 5 Tafeln in Schwarz und Buntdruck. gr. 8⁰. 416 S. Leipzig E. H. Mayer, 1902.

William F. Rigge. A Graphic Method of Predicting Occultations with the aid of a Star Chart. Astr. Nachr. 158, 3786, 273—279, 1902.

1B. Planeten und Monde.

A. Stanley Williams. The red spot on Jupiter. Astr. Nachr. 158, 3786, 282—283, 1902.

1C. Fixsterne und Nebelflecken.

Friedrich Krüger. Farbige Fixsterne zwischen 20 und 40 Grad nörd Declination. Astr. Nachr. 158, 3783, 225—234, 1902.

Annie C. Cannon. Die Spectra der hellen südlichen Sterne. Ann. Harvard Coll. Obs. 28, 2, 133. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 17, 209—211, 1902.

1D. Die Sonne.

1E. Kometen.

Th. Bredichin. Ueber den Schweif des Kometen 1901, I. Astr. Nachr. 158, 3781/3782, 219, 1902.

1F. Meteore und Meteoriten.

A. F. Renard. Recherches sur le mode de structure des météorites chondritiques. Universalité des phénomènes du métamorphisme mécanique. Bull. de l'Acad. Belgique (3) 35, 537—556, 1899.

G. v. Niessl in Brünn. Ueber einige mehrfach beobachtete Feuerkugeln. Verhand. nat. Ver. Brünn 39, 202—205, 1900.

1G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Enrique A. S. Delachaux. Atlas Meteorologico de la República Argentina. Sill. J. 12, 67, 88, 1901.

19. Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden Vereins in Brünn. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1899. Mit 5 Karten.

Otto Schwenck. Typische Witterungserscheinungen. Das Wetter 19, 4, 94—96, 1902.

Bartholomew's Physical Atlas. Meteorology: Month. Weather Rev. 30, 1, 29, 1902.

St. **Buchan.** Der tägliche Gang des Luftdruckes und der Temperatur auf dem Ben Nevis und an dessen Fuss zu Fort William an der Küste. Met. ZS. 19, 4, 188—189, 1902.

Dr. **Grohmann.** Die klimatischen Verhältnisse des Königreiches Sachsen in ihrer Abhängigkeit von Luftdruck und Windursprung. (Fortsg.) Das Wetter 19, 4, 84—89, 1902.

Die Meteorologie um die Wende des Jahrhunderts. Gaea 38, 94—100.

Geo. H. Styles. Earthquakes, Clouds, and Gales at Port Carolina, South Australia. Month. Weather Rev. 30, 1, 10—11, 1902.

A History of Meteorological Work in India. Month. Weather Rev. 30, 1, 31—33, 1902.

J. Vincent. Aperçu de l'histoire de la météorologie en Belgique, 2me partie. Bruxelles, 1902. kl. 8°. 138 S. S.-A. Annuaire météorol. pour 1902.

The Weather Bureau in the West Indies. Month. Weather Rev. 30, 30—31, 1902.

A. Lancaster. Observatoire Royal de Belgique. Annuaire météorologique pour 1902. Bruxelles, 1902. 16°. 7. 670 S. 9 Tafeln.

Jahrbücher der k. u. k. Centralanstalt für Meteorologie u. Erdmagnetismus. Jahrg. 1900. 4°. 20, 144, 145, 32, 20, 17 S. Wien, 1902.

Vittorio Alberti. Riassunto delle osservazioni meteorologiche fatte nella R. Specola de Capodimonte nell' anno 1901. Rendic. di Napoli (3), 8, 3, 77—82, 1902.

H. Duchaussoy. Observations météorologiques de Victor et Camille Chandon, à Montdidier (1783—1869). C. R. 134, 14, 762—765, 1902.

R. Gautier. Résumé des Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint Maurice pendant l'année 1900. Arch. sc. phys. nat. 106 11, 514—534, 1901.

Friedrich Treitschke. Die Witterung in Thüringen im Jahre 1901. Das Wetter 19, 4, 73—80, 1902.

Dr. **W. Meinardus.** Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im Februar 1902. Das Wetter 19, 4, 89—91, 1902.

F. Figee. Observations made at the Royal Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia, 22, Part 2. Containing the results of magnetical observations made during the period 1882—1899. Batavia, 1901. 100 S., 4 Tafeln. Das magnetische Observatorium hat 1901 nach Buitenzorg verlegt werden müssen, wo es frei von Störungen durch elektrische Strassenbahnen etc. ist.

Fr. Ellemann. Meteorologisches aus Anhalt. Progr. d. Herzogl. Anhalt. Landesseminars zu Cöthen. Ostern 1902. Cöthen, 1902. 4°. 28 S.

Meteorologische Beobachtungen in der Republik Guatemala im Jahre 1900. Met. ZS. 19, 4, 176—180, 1902.

Henri Dufour. Resultate der meteorologischen Beobachtungen zu Lausanne. Met. ZS. 19, 4, 188, 1902.

Albert Matthews. The term Indian Summer. Month. Weather Rev. 30, 1, 19—28, 1902.

Alfred J. Henry. The Weather of the Month. Month. Weather Rev. 30, 1, 39—41, 1902.

William Marriott. The International Balloon Ascents. Aeronaut. J. 6, 17—18.

Prof. Dr. **Hergesell.** Vorläufiger Bericht über die internationale Ballonfahrt am 9. Januar 1902 (und Nachtrag vom 5. December 1901). Met. ZS. 19, 4, 175—176, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

G. Hellmann und **W. Meinardus.** Hauptergebnisse einer Untersuchung über den grossen Staubfall vom 9. bis 12. März 1901 in Nordafrika, Süd- und Mitteleuropa. Met. ZS. 19, 4, 180—184, 1902.

E. Clerici. Sulle polveri sciroccali cadute in Italia nel marzo 1901. Roma, 1901. 8°.

Yellow Snow in Michigan. Month. Weather Rev. 30, 1, 29, 1902.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

L. Grossmann. Die Aenderungen der Temperatur von Tag zu Tag an der deutschen Küste. Arch. deutsch. Seewarte 23, 5, 51, 1900. Ref.: Met. ZS. 19, 4, 190—192, 1902.

Siegmund Loewenherz. Messungen der Temperaturdifferenzen bei auf- und absteigenden Luftströmen. Inaug.-Dissert. Greifswald, 1901. 8°. 71 S. 1 Tafel.

W. H. Hammon and **F. W. Duenkel.** Abstract of a comparison of the minimum temperatures recorded at the United States Weather Bureau and the Forest Park Meteorological Observatories, St. Louis, Mo., for the year 1891. Month. Weather Rev. 30, 1, 12—13, 1902.

G. van der Mennsbrugghe. Douceur de la température. Ciel et terre 22, 557.

Alfred J. Henry. Normal temperatures by decades for 8 a. m. and 8 p. m. 75th Meridian Time. Month. Weather Rev. 29, 13, 600—605, 1901.

P. Perlewitz. Versuch einer Darstellung der Isothermen des Deutschen Reiches f. Jahr, Januar u. Juli nebst Untersuchungen über regionale therm. Anomalien. Stuttgart, J. Engelhorn.

L. Grossmann. Die Extremtemperaturen in Hamburg in den Jahren 1876—1900. Arch. d. deutschen Seewarte 23, 1, 22, 1900. Ref.: Met. ZS. 19, 4, 190—192, 1902.

2D. Luftdruck.

M. Margules. Material zum Studium der Druckvertheilung und des Windes in Niederösterreich. Zweiter Theil. 1. Bl. 17 S. S.-A. Jahrbuch d. Centralanst. f. Met. 37, 1900.

M. Margules. Ueber den Arbeitswerth einer Luftdruckvertheilung und über die Erhaltung der Druckunterschiede. Wien, 1901. 4°. 17 S. S.-A. d. Denkschrift d. Wiener Akad., math.-naturw. Cl.

Friedrich Treitschke. Eine ungewöhnliche Depression der Hygrographencurve in Erfurt. Das Wetter 19, 4, 91—92, 1902.

2E. Winde und Stürme.

B. C. Webber. January gales from the Great Lakes to the Maritime Provinces. Month. Weather Rev. 30, 1, 11—12, 1902.

William Marriott. Atmospheric Currents. Aeronaut. J. 6, 7—10.

2F. Wasserdampf.

W. N. Hartley. On haze, dry fog and hail. Dublin, 1902. 8°. S.-A. Scient. Proc. R. Dublin Soc. 9, Pt. 5, 547—555.

2G. Niederschläge.

Ed. Brückner. Sur l'origine de la pluie. Ciel et terre 22, 510—516.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indië. Twee en twintigste Jaargang 1900. Buverkt en uitgegeven doer het koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia. Batavia, 1901. 8°. 4 Bl. 493 S.

Dr. **P. Polis.** Zur täglichen Periode des Niederschlages. Met. ZS. 19, 4, 145—161, 1902.

J. Hann. Die Schwankungen der Niederschlagsmengen in grösseren Zeiträumen. S.-A. Wien. Sitzber. 111, Abth. 2a, 1—118, 1902.

G. Lachmann. Die Schneedecke in Berlin. Berl. Zweigverein d. deutsch. Met. Ges. 19. Vereinsjahr 1902. 8°. 26 S.
A. Bock. Die Regenverhältnisse der Stadt Hannover und die Beziehungen der Regenfälle zur städtischen Entwässerungsanlage. Fol. S.-A. ZS. f. Architektur u. Ingenieurwesen 1901, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

Ueber ein mechanisch registrirendes Elektrometer für luftelektrische Messungen. Gaea 38, 119—120.
Das Spectrum des Blitzes. Gaea 38, 120—121.
J. Elster et **H. Geitel.** Recherches sur la radioactivité induite par l'air atmosphérique. 8°. 16 S. S.-A. Arch. sc. phys. nat. Février 1902.
Ed. Bruckner. Les coups de foudre en Hollande. Ciel et terre 22, 527.
Alfred J. Henry. Loss of life in the United States by lightning. Washington 1901. 8°. 21 S. 4 Tafeln. (U. S. Weather Bureau Bulletin No. 30.)
J. Duffeck. Ueber das Wesen der Gewitter und Andeutungen über das Entstehen der Polarlichter. Met. ZS. 19, 4, 184—185, 1902.
Karl Prohaska. Gewitter am 17. und 18. December 1901. Met. ZS. 19, 4, 185—186, 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

Henry G. Gale. On the Relation between Density an Index of Refraction of Air. Phys. Rev. 14, 1—17.
W. Spring. Remarques sur une note récente de M. Pernter, concernant la couleur bleue du ciel. Bull. de l'Acad. roy. Belgique (3) 35, 1899, 441—446.
E. E. Barnard. A remarkable Lunar Halo. Nature 66, 1696, 5—6, 1902.
A. Sieberg. Das Photographiren von Halos. Das Wetter 19, 4, 81—84, 1902.
C. Kassner. Schöne Haloerscheinung in Berlin. Das Wetter 19, 4, 92—93, 1902.
W. Brennecke. Sonnenringphänomen und St. Elmsfeuer auf dem Brocken. Das Wetter 19, 4, 93—94, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

P. Garrigou-Lagrange. Sur une application nouvelle du principe de la chromophotographie et sur la construction des Cartes d'isonomales barométriques pour servir à l'étude cinématographique des mouvements généraux de l'atmosphère. C. R. 134, 14, 788—789, 1902.

2 L. Dynamische Meteorologie.

J. W. Sandström. Ueber die Beziehung zwischen Temperatur und Luftbewegung in der Atmosphäre unter stationären Verhältnissen. Met. ZS. 19, 4, 161—171, 1902.
Frank H. Bigelow. Studies on the Statics and Kinematics of the Atmosphere in the United States. Month. Weather Rev. 30, 1, 13—19, 1902.

2 M. Praktische Meteorologie.

Report of the chief of the Weather Bureau for the year ending June 30, 1901. Month. Weather Rev. 29, 4, 595—599, 1901.
N. A. Demtschinsky. Die Möglichkeit der Wettervorhersage. St. Petersburg, 1902. 8°. 12 S.
Basil Sporiosu. Ueber die Ursache der Wetter-Trübungen als Grundlage einer Wetter-Prognose. Mostar, Tacher u. Kisić 1902. 8°. 16 S.

Basil Sporiosu. Wissenschaftlich begründete Wetter-Prognose für das Jahr 1902. Mostar, Tacher u. Kisić (1902). kl. 8°. 2 Blatt.
E. B. Garriott. Forecasts and Warnings. Month. Weather Rev. 30, 1, 1—2, 1902.
Alexander McAdie. Protecting Fruit from Frost. Pacific. Rural Press. San Francisco No. 3, 44—45.
E. B. Garriott. Forecast division. Month. Weather Rev. 29, 13, 591—592. 1901.
R. Börnstein. Wetterdienst. Das Wetter 19, 4, 96, 1902.
Albert Stiger. Sechs Jahre Wetterschiessen. Graz, 1902. 8°. 11 S.
H. Hintermann. Ueber das Wetterschiessen in Niederösterreich in den Jahren 1900—1902. Limberg in Niederösterreich, 1902. 8°. 16 S. 2 Tafeln.
The third international Congress on Hail Shooting. Month. Weather Rev. 30, 1, 33—35, 1902.
J. R. Plumandon. General report on Hail Shooting presented to the Congress at Lyons. Month. Weather Rev. 30, 1, 35—38, 1902.

2N. Kosmische Meteorologie.

Dr. **Emil Goeldi.** Zur Meteorologie des Aequators. Nach den Beobachtungen am Museum Goeldi in Para. Wien. Anz. 9, 111—114, 1902.
H. D. Gardener. Weather an the Horns of the Moon. Symon's Met. Mag. 36, 200.
A. Wolfer. Mondphasen und Gewitterfrequenz. Met. ZS. 19, 4, 189, 1902.

2O. Meteorologische Apparate.

C. H. Claudy. Barometers and Thermometers. Instruments used by the Weather Bureau in taking Meteorological Observations. Amer. Invent. 8, 12, 1—3, 6.

2P. Klimatologie.

H. Pittier. Climatology of Costa Rica. Month. Weather Rev. 29, 13, 594—595, 1901.
— — Climatology of the Costa Rica. Month. Weather Rev. 30, 1, 8—9, 1902.
Vittorio Alberti. Sul clima di Napoli. Riassunto generale delle osservazioni meteorologiche fatte nella R. Specola di Capodimonte dal 1866 al 1900. Napoli, 1901. 4°. 2 Bl. 124 S. S.-A. Atti di R. Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. (5) 3, No. 4.
A. Woeikof. Klima der Stadt und Forstei Uralsk. Met. ZS. 19, 4, 172—174, 1902.
P. Polis. Contribution à la climatologie des Hautes-Fagnes et de l'Eifel. Bruxelles, 1902. 8°. 16 S.
Franz Frech. Beiträge zum Klima von Dt. Krone in moderner Betrachtung. Deutsch Krone, 1902. 4°. 20 S. Progr. d. Gymn. zu Deutsch Krone. Ostern 1902.
Der klimatische Gegensatz zwischen den West- und Ostküsten der Festländer auf der nördlichen Erdhälfte. Gaea 38, 79—94.
Alfred J. Henry. Annual climatological summary, Weather Bureau Stations 1901. Month. Weather Rev. 29, 13, 606—613, 1901.
James Berry. Climate and crop service. Month. Weather Rev. 30, 1, 3—6, 1902.
Curtis J. Lyons. Hawaiian climatological Data. Month. Weather Rev. 30, 1, 6—7, 1902.
Robert de Courcy Ward. The Climate of the High Plains. Bull. Amer. Geogr. Soc. 33, 412—413.
Manuel E. Pastrana. Mexican climatalogical data. Month. Weather Rev. 30, 1, 7, 1902.

J. Hann. Klimatabellen für den Mont Ventoux. Met. ZS. 19, 4, 186—187, 1902.

Maxwell Hall. Climatological Data from Jamaica. Month. Weather Rev. 29, 13, 595, 1901.

Alfred J. Henry. General climatic conditions. Month. Weather Rev. 29, 13, 592—594, 1901.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

L. Haasemann. Der Pendelapparat für relative Schweremessungen der Südpolarexpedition. ZS. f. Instrk. 22, 4, 97—103, 1902.

A. V. Bäcklund. Zur Frage nach der Bewegung des Erdpoles. Astr. Nachr. 158, 3787, 289—304, 1902.

H. Kimura. On the existence of a new annual term in variation of latitude, independent of the components of the pole's motions. Astr. Nachr. 153, 3783, 234—240, 1902.

J. R. Benoît u. Ch. Ed. Guillaume. Neue Apparate für die Messung einer geodätischen Basis. Trav. et Mem. du Bureau intern. des Poids et Mesures 12, 1901.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

G. H. Hitchcock. Volcanic phaenomena of Hawaii. Bull. Geol. Soc. Amer. 1901, 45—57.

E. Esch. Der Vulcan Etinde in Kamerun und seine Gesteine. Berl. Sitzber. phys.-math. Classe 1901. 12 u. 18. pp. 41, figs. 22.

3 F. Erdbeben.

R. V. Matteucci. Sul Periodo di forte Attivita esplosiva offerto nei mesi Aprile—Maggio 1900 dal Vesuvio. Boll. della Soc. Sism. Ital. 6. 8°. 110 pp. 6 pl. 1901.

F. de Montessus de Ballore. Sur l'influence sismique des plissements armoricains dans le nord-ouest de la France et dans le sud de l'Angleterre. C. R. 134, 14, 786—788, 1902.

R. Hoernes. Erdbeben und Stosslinien Steiermarks. Mitth. Erdbeben-Comm. k. Akad. Wissensch. Wien. Neue Folge 7, 1—115, 1902.

Dr. **F. Omori.** Publications of the Earthquake Investigation Committee in Foreign Languages. Nos. 5 and 6. Horizontal pendulum observations of earthquakes from July 1898 to December 1899, in Tokyo. Sill. J. 12, 67, 90, 1901.

3 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Ed. Brückner. Les causes de la lumière polaire. Ciel et terre 22, 516—521.

Lines of equal magnetic declination and of equal annual change in the United States for 1902. Published at Washington, D. C. February 1902 by the U. S. Coast and Geodetic Survey. 1 Blatt 70 × 55 cm.

M. Rajna. Sull' escursione diurna delle declinazione magnetica a Milano in relazione col periodo della macchie solarie. 8°. 10 S. S.-A. Rendic. R. Ist. Lombardo **35**, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Henryk Arctowski. Rapport préliminaire sur les recherches océanographiques de l'expédition antarctique belge. Bull. de l'Acad. Belgique (3), **35**, 642—649, 1899.

Die deutsche Südpolar-Expedition auf dem Schiff „Gauss" unter Leitung von E. v. Drygalski. Ber. üb. die wissenschaftl. Arbeiten auf der Fahrt von Kiel bis Kapstadt 11. 8. bis 27. 11. 1901 u. die Errichtg. der Kerguelen-Station, m. Beitr. v. Bidlingmaier, v. Drygalski, Enzensperger, Gazert, Philippi, Ruser, Stehr, Vanhöffen, Werth. Mit 1 Textskizze, 3 Abbildungen und 4 Beilagen in Steindr. 16, 3, 108 S. 1902. Veröffentlichungen des Instituts f. Meereskunde und des geographischen Instituts an der Universität Berlin. Herausg. von Dir. Ferd. Frh. v. Richthofen. 1 Heft. gr. 8°. Berlin, E. S. Mittler u. Sohn.

Henryk Arctowski. Expédition antarctique Belge. Rapport préliminaire sur les sondages de la Belgica. Bull. de l'Acad. roy. Belgique (3) **35**, 479—484, 1899.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

S. Günther. Ueber gewisse hydrologisch-topographische Grundbegriffe. Aus Münch Sitzber. (S. 17—38.) gr. 8°. 1902. G Franz' Verl. in Comm.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Hans Hess in Ansbach. Einiges über Gletscher. Cbl. f. Min., Geol., Paläont. 8, 225—231, 1902.

Douglas W. Freshfield. The Glaciers of Kangchenjunga. Geogr. Journ. April 1900.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik

Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **15. Juni 1902.** **Nr. 11.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 11 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 18. Mai bis 2. Juni 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

J. Basin. Leçons de physique (compléments) à l'usage des élèves de première-sciences, des aspirants aux baccalauréats d'ordre scientifique et des candidats aux écoles du gouvernement 3 [2], 393—704, Paris, Nony et Ce, 1902.

J. Bidgood. Elementary Physics and Chemistry for use of Schools. 1. Elementary Physics. 142 S. London, Longmans, 1902.

H. Chrew and **R. Tatnall.** A Laboratory Manual of Physics. For Use in High Schools. XI u. 234 S. New York, The Macmillan Company, 1902.

Ganot. Elementary Treatise on Physics, Experimental and Applied. For Colleges and Schools. Transl. from Éléments de Physique by C. Aktinson. 16th ed. by A. W. Reinold. 1150 S. London, Longmans, 1902.

R. A. Lehfeldt. Text-Book of Physics. With Sections on the Application of Physics to Physiology and Medicine. 312 S. London, E. Arnold, 1902.

E. v. Lommel. Lehrbuch der Experimentalphysik. 8. u. 9. Aufl. Herausgegeben von Walter König. X u. 592 S. Leipzig, Barth, 1902.

K. Rosenberg. Lehrbuch der Physik für Mädchenlyceen. 3 Thle. Wien, A. Hölder, 1902.

W. Weiler. Physikbuch. 1. Magnetismus und Elektricität. X, 290 u. XI S. — 2. Mechanik. VII, 156 u. VII S. — 3. Schwingungen und Wellen; Akustik: Lehre vom Schall. III, 52 u. 2 S. — Kleine Bibliothek Schreiber 10, 11, 12. Esslingen u. München, Verlag von J. F. Schreiber, ohne Jahreszahl.

W. Weiler. Physikalisches Experimentir- und Lesebuch mit vielen Freihandversuchen. Kleine Bibliothek Schreiber Nr. 15, IV, 143 u. V S. Esslingen u. München, Verlag von J. F. Schreiber, ohne Jahreszahl.

H. A. Lorentz. Sichtbare und unsichtbare Bewegungen. Vorträge auf Einladung des Vorstandes des Departements Leyden der Maatschappij tot nut van 't allgemeen im Februar und März 1901. Unter Mitwirkung des Verf. aus dem Holländischen übersetzt von G. Siebert, 123 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

H. Debus. Erinnerungen an Robert Wilhelm Bunsen und seine wissenschaftlichen Leistungen. Für Studirende der Naturwissenschaften, insbesondere der Chemie. VI u. 164 S. Cassel, Th. G. Fischer u. Co., 1901.

E. Goldbeck. Die Atomistik Galilei's und ihre Quellen. Bibl. Math. ZS. f. Gesch. d. Math. Wiss. **3**, Heft 1, 1902.

W. Michelson. Die Physik vor dem Richterstuhl der Vergangenheit und gegenüber den Anforderungen der Zukunft (russ.). S.-A. Fisitscheskoje Obosrenije **1**, Warschau, 1900.

Beck. Ueber einige physikalische Begriffe. 7 S. Dortmund, Herfort, 1902.

Anton Scheye. Ueber das Princip der Stetigkeit in der mathematischen Behandlung der Naturerscheinungen. Ann. d. Naturphil. **1**, 20—49, 1902.

Wilhelm Zenker. Das Walten der Natur. Streiflichter für eine neue Weltanschauung in Bezug auf Beleuchtung, Erwärmung und Bewohnbarkeit der Himmelskörper. 100 S. Braunschweig, A. Graff, 1902.

Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1901. (Fortsetzung.) ZS. f. Instrkde. **22**, 143—160, 1902.

Procès-verbaux des séances du Comité international des poids et mesures (2) **1**, 181 S. Paris, Gauthier Villars, 1902.

Report of the seventy-first meeting of the British Association of Advancement of Science held at Glasgow in September 1901. CXX u. 900 S. London, John Murray, 1901.

W. Förster. Bemerkung zu dem „Nachruf für Johannes Pernet" von M. Thiesen. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 225—226, 1902.

1b. Maass und Messen.

G. Helm. Die Wahrscheinlichkeitslehre als Theorie der Collectivbegriffe. Ann. d. Naturphil. **1**, 364—381, 1902.

B. Hasselberg. Note on a personal equation in measuring photographic spectra. Astrophys. J. **15**, 208—213, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

H. Bohn. Physikalische Apparate und Versuche einfacher Art aus dem Schäffermuseum. VI u. 134 S. Berlin, O. Salle, 1902.

R. Salvadori. Vorlesungsversuche über den Grundsatz der Erhaltung des Stoffes. Gazz. chim. ital. 1901, I, 400 u. 474. [ZS. f. phys. Chem. **40**, 760, 1902.

J. Macé de Lépinay. Projections Stéréoscopiques. Journ. de phys. (4) **1**. 311—312, 1902.

Hof. Pressstücke aus Metallklein als neue physikalische Lehrmittel. Hoffmann's ZS. **32**, 525—530, 1902.

2. Dichte.

Hugh Ramage. A Comparative Study of the Spectra, Densities and Melting Points of some Groups of Elements, and of the Relation of Properties to Atomic Mass. Proc. Roy. Soc. **70**, 1—27, 1902.

W. Ramsay and **C. Senter.** Note on Hydrostatic Pressure. Rep. Brit. Ass. Glasgow 529—530, 1901.

3. Physikalische Chemie.

L. R. Morgan. The Elements of Physical Chemistry. 2. ed. Erstes Tausend. X u. 352 S. New York, John Wiley and Sons, 1902.

J. Bredt. Die Beziehungen zwischen Atomgewicht und Eigenschaften der chemischen Elemente. 34 S. Hermannstadt, 1902.

Th. W. Richards. Die Bedeutung der Aenderung der Atomvolume. II. Die wahrscheinliche Wärmequelle chemischer Verbindung und eine neue Atomhypothese. ZS. f. phys. Chem. 40, 597—610, 1902.

Theodore William Richards. The significance of changing atomic volume. II. The probable source of the heat of chemical combination, and a new atomic hypothesis. Proc. Amer. Acad. 37, 399—411, 1902.

G. Pellini. Ricerche sul peso atomico del tellurio. Gazz. chim. ital. 32, 131—164, 1902.

Theodore William Richards. Eine Neubestimmung des Atomgewichtes des Calciums. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 374—377, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 1150—1151.

F. Willy Hinrichsen. Ueber das Verbindungsgewicht des Calciums. II. ZS. f. phys. Chem. 40, 746—749, 1902.

Henry Wilde. On the Atomic Weights and Classification of the Elementary Gases, Neon, Argon, Krypton, and Xenon. Mem. and Proc. Manchester Soc. 46, Nr. XIV, 5 S., 1902.

J. H. Gladstone and **Walter Hibbert.** Transitional Forms between Colloids and Crystalloids. Rep. Brit. Ass. Glasgow 604, 1901.

C. Barus. Note on the Possibility of a Colloidal State of Gases. Sill. Journ. (4) 13, 400—402, 1902.

H. J. Hamburger. Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medicinischen Wissenschaften. Zugleich Lehrbuch physikalisch-chemischer Methoden. 1. Physikalisch-chemische Grundlagen und Methoden; die Beziehungen zur Physiologie und Pathologie des Blutes. XIII u. 589 S. Wiesbaden, 1902.

G. Bodländer und **O. Storbeck.** Beiträge zur Kenntniss der Cuproverbindungen. I. ZS. f. anorg. Chem. 31, 1—41, 1902.

Max v. Pettenkofer. Ueber Oelfarbe und Conservirung der Gemäldegalerien durch das Regenerationsverfahren. 2. Aufl. 183 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

S. W. Young. On the inhibition of Chemical Reactions by Foreign Substances. Ann. Chem. Soc. 24, 297—327, 1902.

P. Eitner. Untersuchungen über die Explosionsgrenzen brennbarer Gase und Dämpfe. III. Abschnitt. Schilling's Journ. f. Gasbel. 45, 362—365, 382—384, 1902.

3a. Krystallographie.

H. Zirngiebl. Beitrag zur Kenntniss der Beziehungen zwischen Krystall und Molecül. ZS. f. Kryst. 36, 117—150, 1902.

J. Beckenkamp. Die vicinalen Flächen und das Rationalitätsgesetz. ZS. f. Kryst. 36, 111—116, 1902.

E. Sommerfeld. Thermochemische und thermodynamische Methoden, angewandt auf den Vorgang der Bildung von Mischkrystallen. 37 S. Göttingen, 1902.

G. T. Beilby. The Minute Structure of Metals. Rep. Brit. Ass. Glasgow 604—605, 1902.

4. Mechanik.

Ph. Huber. Katechismus der Mechanik. 7. Aufl. Weber's illustr. Katech. Nr. 70, XIV u. 269 S. Leipzig, J. J. Weber, 1902.

C. Bourlet. Cours de Statique, comprenant les éléments de Statique graphique et du Calcul des moments d'inertie. 284 S. Paris, 1902.

Giuseppe Bardelli. Su un teorema statico di Leibniz. Rend. Lomb. (2) 35, 412—416, 1902.
V. Cremieu. A New Point of View about Gravitation, and a proposed Experiment. Rep. Brit. Ass. Glasgow 561—562, 1901.
Lord **Kelvin.** On the Clustering of Gravitational Matter in any part of the Universe. Rep. Brit. Ass. Glasgow 563—568, 1901.
C. K. Burgess. A new form of Cavendish balance. Phys. Rev. 14, 247—256, 1902.
Alban Gros. Le problème des surfaces chargées debout. Solution dans le cas du cylindre de révolution. C. R. 134, 1041—1043, 1902.
Franz Richarz und **Paul Schulze.** Ueber asymmetrische Schwingungen um eine Lage stabilen Gleichgewichts. Ann. d. Phys. (4) 8, 348—366, 1902.
P. Burgatti. Sopra un teorema di Levi-Civita riguardante la determinazione di soluzioni particolari di un systema Hamiltoniano. Lincei Rend. (5) 11 [1], 309—314, 1902.

5. Hydromechanik.

G. van der Mensbrugghe. Sur les conditions générales de l'équilibre dans les vases communiquants. Bull. Belg. 9, 558—563.
H. T. Barnes and **E. G. Coker.** On a Determination by a Thermal Method of the Variation of the Critical Velocity of Water with Temperature. Rep. Brit. Ass. Glasgow 579—581, 1901.
J. H. Jeans. The Equilibrium of Rotating Liquid Cylinders. Proc. Roy. Soc. 70, 46—48, 1902.
Ladislaus Natanson. Ueber die Fortpflanzung einer kleinen Bewegung in einer Flüssigkeit mit innerer Reibung. ZS. f. phys. Chem. 40, 581—596, 1902.

6. Aeromechanik.

C. E. Guillaume. Note on the l'Unité de Pression. Rep. Brit. Ass. Glasgow 71—74, 1901.
Edward W. Morley and **Charles F. Brush.** A New Gauge for Small Pressures. Rep. Brit. Ass. Glasgow 544—546, 1901.
G. W. A. Kahlbaum. Erwiderung an Hrn. F. Neesen. Ann. d. Phys. (4) 8, 466—471, 1902.
J. E. Petavel. A Recording Manometer for High-pressure Explosions. Rep. Brit. Ass. Glasgow 768, 1901.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

C. Somigliana. Sul principio delle immagini di Lord Kelvin e le equazioni dell' elasticità. Cim. (5) 3, 288—296, 1902.
R. Marcolongo. La deformazione del diedro retto isotropo per speciali condizioni ai limiti. Lincei Rend. (5) 11 [1], 318—324, 1902.
William Sutherland. Das Elasticitätsmodul von Metallen bei niedrigen Temperaturen. Ann. d. Phys. (4) 8, 474—478, 1902.
J. Reginald Ashworth. Experimental Researches on Drawn Steel. — Part I. Magnetism and its Changes with Temperature. — Part. II. Resistivity, Elasticity and Density, and the Temperature Coefficients of Resistivity and Elasticity. Proc. Roy. Soc. 70, 27—30, 1902.
K. Honda, S. Shimizu und **S. Kusakabe.** Veränderung des Elasticitätscoëfficienten ferromagnetischer Substanzen in Folge von Magnetisirung. Phys. ZS. 3, 380—381, 1902.

K. Honda, S. Shimizu und **S. Kusakabe.** Aenderung des Torsionsmodule ferromagnetischer Substanzen in Folge von Magnetisirung. Phys. ZS. **3**, 381—382, 1902.

Ernst Wandersleb. Ueber die anomale Aenderung des longitudinalen Elasticitätsmoduls einiger Gläser mit der Temperatur und über den Einfluss gewisser Schwingungen auf den Elasticitätsmodul nach vorausgegangenen Erwärmungen. Ann. d. Phys. (4) **8**, 367—371, 1902.

E. J. Edwards. On the Critical Point in Rolled Steel Joist. Rep. Brit. Ass. Glasgow 774—775, 1901.

M. Rudeloff. Prüfung von Eisen und Stahl an eingekerbten Stücken. Stahl und Eisen **22**, 374—380, 1902.

Ferdinand Wittenbauer. Die Knicklast mehrfach befestigter Stäbe. ZS. d. Ver. D. Ing. **46**, 501—504, 1902.

Osborne Reynolds. On a Throw-testing Machine for Reversals of Mean Stress. Proc. Roy. Soc. **70**, 44—46, 1902.

Fürst **B. Galitzin.** Ueber die Festigkeit des Glases. Bull. Petersburg **16**, Nr. 1, 29 S., 1902.

Hans Hess. Elasticität und innere Reibung des Eises. Ann. d. Phys. (4) **8**, 405—431, 1902.

7b. Capillarität.

7c. Lösungen.

J. Traube. Theorie der kritischen Erscheinungen und der Verdampfung. Beitrag zur Theorie der Lösungen. Ann. d. Phys. (4) **8**, 267—311, 1902.

Theodore William Richards. Note on the application of the Phase Rule to the fusing points of copper, silver, and gold. Sill. Journ. (4) **13**, 377—378, 1902.

G. Quincke. The Clearing of Turbid Solutions, and the Movement of Small Suspended Particles by the Influence of Light. Rep. Brit. Ass. Glasgow 60—64, 1901.

E. Frankland Armstrong. The Application of the Equilibrium Law to the Separation of Crystals from Complex Solutions and to the Formation of Oceanic Salts Deposits. Rep. Brit. Ass. Glasgow 262—282, 1901.

W. Vaubel. Ueber die Moleculargrösse des flüssigen Wassers und das Ostwald'sche Verdünnungsgesetz. ZS. f. angew. Chem. **15**, 395—398, 1902.

H. C. Jones, J. Barnes und **E. P. Heyde.** Gefrierpunkt von Salzlösungen in wasserstoffsuperoxydhaltigem Wasser. Amer. chem. Journ. **27**, 22—31, 1902. [ZS. f. Electrochem. **8**, 321—322. 1902.

Thomas C. Hebb. On a Determination of the Freezing-point Depression Constant for Electrolytes. Nova Scotian Inst. of Sc. **10**, 409—421, 1902.

P. A. Meerburg. Beitrag zur Kenntniss der Gleichgewichte in Systemen dreier Componenten, wobei zwei flüssige Schichten auftreten können. ZS. f. phys. Chem. **40**, 641—688, 1902.

V. Rothmund und **N. T. Th. Wilsmore.** Die Gegenseitigkeit der Löslichkeitsbeeinflussung. ZS. f. phys. Chem. **40**, 611—628, 1902.

G. Oddo. Phosphoroxychlorid als Lösungsmittel in der Kryoskopie. Gazz. chim. ital. 1901. II. 138—145. [ZS. f. phys. Chem. **40**, 756, 1902.

H. C. Jones. Die Moleculargewichte einiger Salze in Aceton gelöst. Amer. chem. Journ. **27**, 16—23, 1902. [ZS. f. Elektrochem. **8**, 322, 1902.

W. O. Rabe. Ueber die Löslichkeit analoger Salze. ZS. f. anorg. Chem. **31**, 154—157, 1902.

R. Hollmann. Spaltung wasserhaltiger Mischkrystalle. ZS. f. phys. Chem. **40**, 561—576, 1902.

R. Hollmann. Die Doppelsalze von Magnesiumsulfat und Zinksulfat. ZS. f. phys. Chem. **40**, 577—580, 1902.

G. Bruni. Sulle proprietà dell' ipoazotide come solvente. Gazz. chim. ital. **32**, 187—188, 1902.

C. Farmer. The Methods for the Determination of Hydrolytic Dissociation of Salts-Solutions. Rep. Brit. Ass. Glasgow 240, 1901.
Jean Billitzer. Ueber die saure Natur des Acetylens. ZS. f. phys. Chem. **40**, 535—544, 1902.
W. Carrick Anderson and **J. George Lean.** Aluminium-Tin Alloys. Rep. Brit. Ass. Glasgow 606, 1901.
F. H. Neville, C. T. Heycock and **E. H. Griffiths.** Alloys. Rep. Brit. Ass. Glasgow 75—78, 1901.
Paul Rohland. Ueber die Plasticität der Thone. ZS. f. anorg. Chem. **31**, 158—160, 1902.

7d. Diffusion.

A. Winkelmann. Ueber die Diffusion von Wasserstoff durch Platin. Ann. d. Phys. (4) **8**, 388—404, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

A. Marcacci. Sul contegno dell' idrogeno e dell' ossigeno in presenza dell' acqua. Lincei Rend. (5) **11** [1], 324—326, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

A. Guillemin. Échelle universelle des mouvements périodiques, graduée en savarts et millisavarts. C. R. **134**, 980—982, 1902.
Horace C. Richards. On the harmonic curves known as Lissajous figures. Journ. Frankl. Inst. **153**, 269—283, 1902.
W. B. Coventry. Notes on the Construction of the Violin. XI u. 80 S. London, Dulau and Co., 1902.
Louis Bevier. The Vowel E. Phys. Rev. **14**, 214—220, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

B. Hopkinson. On the Necessity for Postulating an Ether. Rep. Brit. Ass. Glasgow 534, 1901.
H. Fritsch. Die Huyghens'sche Darstellung des Lichtäthers. 14 S. Progr. Nr. 18 städt. Realgymn. Königsberg i. Pr., 1902.
A. Korn und **K. Stoeckl.** Studien zur Theorie der Lichterscheinungen. Ann. d. Phys. (4) **8**, 312—325, 1902.
James Walker. The Differential Equations of Fresnel's Polarisation-vector with an Extension to the Case of Active Media. Proc. Roy. Soc. **70**, 37—43, 1902.
W. M. Hicks. The Michelson-Morley Effect. Rep. Brit. Ass. Glasgow 562, 1901.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

Edm. van Aubel. Sur la loi de Maxwell $n^2 = K$ pour quelques composés contenant de l'azote. C. R. **134**, 1050—1052, 1902.
Edward L. Nichols. On some optical properties of asphalt. Phys. Rev. **14**, 204—213, 1902.
J. D. Everett. On the Resolving Power in the Microscope and Telescope. Rep. Brit. Ass. Glasgow 569—570, 1901.

C. R. **134**, 985—987, 1902.

F. F. Martens. Ueber die Dispersion von Flussspath, Sylvin, Steinsalz, Quarz und Kalkspath, sowie über die Dispersion von Diamant. Ann. d. Phys. (4) **8**, 459—465, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

A. Tuckermann. Index to the Literature of the Spectroscope. 373 S. Smithsonian Instution, Washington, 1902.

H. McLeod, W. C. Roberts-Austen, H. G. Madan and **D. H. Nagel.** Bibliography of Spectroscopy. Rep. Brit. Ass. Glasgow 155—208, 1901.

H. E. Roscoe, Marshall Watts, J. N. Lockyer, J. Dewar, G. D. Liveing, A. Schuster, W. N. Hartley, Wolcott Gibbs and **W. de W. Abney.** On Wave-length Tables of the Spectra of the Elements and Compounds. Rep. Brit. Ass. Glasgow 79—151, 1901.

Hugh Ramage. A Comparative Study of the Spectra, Densities, and Melting Points of some Groups of Elements, and of the Relation of Properties to Atomic Mass. Proc. Roy. Soc. **70**, 1—27, 1902.

P. Lemoult. Relation entre la constitution chimique des colorants du triphénylméthane et les spectres d'absorption de leurs solutions aqueuses. Rep. Brit. Ass. Glasgow 215, 1901.

W. Noel Hartley, F. R. Japp, J. J. Dobbie and **Alexander Lauder.** Absorption Spectra and Chemical Constitution of Organic Substances. Rep. Brit. Ass. Glasgow 208, 1901.

P. J. Hartog. On the Flame Coloration and Spectrum of Nickel Compounds. Rep. Brit. Ass. Glasgow 613, 1901.

P. Lemoult. Sur la loi des auxochromes. Rep. Brit. Ass. Glasgow 218—219, 1901.

Camichel and **Bayrac.** Nouvelle méthode permettant de charactériser les matières colorantes. Rep. Brit. Ass. Glasgow 219—225, 1901.

A. de Gramont. Action de la self-induction sur les spectres de dissociation des composés. C. R. **134**, 1048—1050, 1902.

Norman Lockyer. On the Spark Discharge from Metallic Poles in Water. Proc. Roy. Soc. **70**, 31—37, 1902. Astroph. J. **15**, 190—198, 1902.

Trowbridge. Spectrum of Gases at High Temperatures. Sill. Journ. (4) **13**, 412, 1902.

Gallus Wenzel. Wesen und Bedeutung der Spectralanalyse. Himmel und Erde **14**, 361—372, 1902.

E. Hagen und **H. Rubens.** Die Absorption ultravioletter, sichtbarer und ultrarother Strahlen in dünnen Metallschichten. Ann. d. Phys. (4) **8**, 432—454, 1902.

C. Camichel and **P. Bayrac.** Sur les spectres d'absorption des indophénols et des colorants du triphénylméthane. Rep. Brit. Ass. Glasgow 217—218, 1901.

P. Bayrac and **C. Camichel.** Sur l'absorption de la lumière par les indophénols. Rep. Brit. Ass. Glasgow 217, 1901.

Walter Noel Hartley, James J. Dobbie and **Alexander Lauder.** The Absorption Spectra of Cyanogen Compounds. Rep. Brit. Ass. Glasgow 208—240, 1901.

The Laws of Radiation and Absorption. Memoirs by Prévost, Stewart, Kirchhoff, and Kirchhoff and Bunsen. Translated and edited by D. B. Brace. 131 S. New York, The Amer. Book Comp., 1902.

13. Photometrie.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

P. Dahms. Ueber eigenartige Lichterscheinungen. Himmel und Erde **14**, 351—360, 1902.



Henry E. Armstrong. The conditions determinative of chemical change and of electrical conduction in gases, and on the phenomena of luminosity. Roy. Soc. Mai 1, 1902. [Chem. News 85, 241—243, 1902.

W. Crookes. Radioactivity and the Electron Theory. Electr. Rev. 40, 496—498, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

G. Johnstone Stoney. On the Interference of Light from Independent Sources. Rep Brit. Ass. Glasgow 570—576, 1901.

H. S. Allen. The Effect of Errors in Ruling on the Appearence of a Diffraction Grating. Rep. Brit. Ass. Glasgow 568—569, 1901.

A. Cotton. Sur les ondes lumineuses stationnaires. Soc. Franç. de Phys. No. 181, 2—5, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

John Kerr. The Brush Grating and the Law of its Optical Action. Rep. Brit. Ass. Glasgow 568, 1901.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

J. H. Gladstone and George Gladstone. Hydration of Tin, including the Action of Light. Rep. Brit. Ass. Glasgow 603—604, 1901.

Drecker. Kurzer Abriss der Geschichte der Photographie. 47 S. Jahresber. Oberrealschule Aachen, 1902.

17. Physiologische Optik.

F. W. Edridge-Green. Colour Vision. Rep. Brit. Ass. Glasgow 817, 1901.

Plettenberg. Geometrisch-optische Täuschungen, dargestellt in ihren Erklärungsversuchen. 20 S. 33. Jahresber. Guericke-Schule in Magdeburg. Magdeburg, 1902.

18. Optische Apparate.

Wilhelm Volkmann. Ein neues Geradsichtprisma und ein neues Flüssigkeitsprisma. Ann. d. Phys. (4) 8, 455—458, 1902.

C. Pulfrich. Ueber neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereo-Comparator. ZS. f. Instrkde. 22, 133—141, 1902.

Hugo Krüss. Stereoskope für grosse Bilder. Phys. ZS. 3, 361—365, 1902.

C. A. de Campos-Rodrigues. Einfache Einrichtung zur Beleuchtung der Fäden eines Collimators. ZS. f. Instrkde. 22, 142—143, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

W. Voigt. Bemerkung zu der von Hrn. Denizot gegebenen Ableitung des zweiten Hauptsatzes. Ann. d. Phys. (4) 8, 472—473, 1902.

J. Traube. Theorie der kritischen Erscheinungen und der Verdampfung. Beitrag zur Theorie der Lösungen. Ann. d. Phys. (4) 8, 267—311, 1902.

A. Batschinski. Ueber eine Erweiterung des Begriffes der kritischen Grössen. ZS. f. phys. Chem. 40, 629—634, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

C. Puschl. Ueber den Wärmezustand der Gase. Wien. Ber. 111 [2a], 187—214, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

Morris W. Travers and **George Senter.** Comparison of the Constant Volume and Constant Pressure Scales for Hydrogen between 0° C and — 190° C. Rep. Brit. Ass. Glasgow 546—547, 1901.

Guillaume. Thermoscope différentiel de M. Looser. Soc. Franç. de Phys. No. 181, 1—2, 1902.

Fr. Grützmacher. Ueber Thermometer mit Papierscalen. D. Mech.-Ztg. 1902, 84—85.

Daniel Berthelot. Sur la graduation des couples thermo-électriques. C. R. 134, 983—985, 1902.

Féry. La mesure des températures élevées et la loi de Stéfan. C. R. 134, 977—980, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

G. Jaumann. Ueber die Wärmeproduction in zähen Flüssigkeiten. Wien. Ber. 111 [2a], 215—231, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

Theodore William Richards. Note on the application of the Phase Rule to the fusing points of copper, silver, and gold. Sill. Journ. (4) 13, 377 — 378, 1902.

Hugh Ramage. A Comparative Study of the Spectra, Densities and Melting Points of some Groups of Elements, and of the Relation of Properties to Atomic Mass. Proc. Roy. Soc. 70, 1—27, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

23. Calorimetrie.

T. G. Bedford and **C. F. Green.** Note on a Method of determining Specific Heats of Metals at Low Temperatures. Rep. Brit. Ass. Glasgow 544, 1901.

S. W. Parr. The Peroxide Calorimeter as Applied to European Coals and Petroleum. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 167—171, 1902.

H. L. Callendar. Note on the Variation of the Specific Heat of Water. Rep. Brit. Ass. Glasgow 34—39, 1901.

William Francis Magie. The Specific heat of solutions. III. A form of the Pfaundler calorimeter. Phys. Rev. 14, 193—203, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

H. S. Carslaw. The Applications of Fourier's Series to Mathematical Physics. Rep. Brit. Ass. Glasgow 557—558, 1901.

James W. Peck. The Fourier Problem of the Steady Temperatures in a thin Rod. Rep. Brit. Ass. Glasgow 555—556, 1901.

Korda. L'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer. Journ. de Phys. (4) 1, 307–311, 1902.

Charles F. Brush and **Edward W. Morley.** The Transmission of Heat through Water Vapour. Rep. Brit. Ass. Glasgow 546, 1901.

24 b. Wärmestrahlung.

J. T. Bottomley. Radiation of Heat and Light from at Heated Solid Body. Rep. Brit. Ass. Glasgow 562—563, 1901.

The Laws of Radiation and Absorption. Mémoirs by Prévost, Stewart, Kirchhoff, and Kirchhoff and Bunsen. Translated ad edited by D. B. Brace. 131 S. New York, The Amer. Book Comp., 1902.

Féry. La mesure des températures élevées et la loi de Stéfan. C. R. 134, 977—980, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

F. Grassi. Magnetismo e Elettricità; principi e applicazioni esposte elementarmente. 3. ed. complemente rifatta del manuale di Poloni e Grassi. XVI u. 608 S. Milano, 1902.

Janke. Elektricität als Weltallskraft. Verhalten der Elektricität zu den Körpern. (Fortpflanzung der Elektricität und der elektrische Widerstand der Körper im Allgemeinen.) 35 S. Berlin u. Leipzig, Luckhardt, 1901.

A. H. Bucherer. Ueber das Kraftfeld einer sich gleichförmig bewegenden Ladung. Ann. d. Phys. (4) 8, 326—335, 1902.

O. Friedrich. Die elektrischen Atome und die specifische Ladung der Ionen. 32 S. Progr. Nr. 522. Städt. Gymnasium i. E. mit Realschule Solingen, 1902.

H. A. Lorentz. Die Elektronentheorie. Hand. Nat. en Geneeck. Congres Rotterdam 1901, S. 35—44.

A. Battelli e **L. Magri.** Sulle scariche oscillatorie. Parte II. Cim. (5) 3, 257—287, 1902.

Maxwell. Les Théories électriques de J. C. Maxwell; étude historique et critique. 235 S. Paris, 1902.

Edm. van Aubel. Sur la loi de Maxwell $n^2 = K$ pour quelques composés contenant de l'azote. C. R. 134, 1050—1052, 1902.

G. Quincke. Interference and Polarisation of Electric Waves. Rep. Brit. Ass. Glasgow 39—40, 1901.

R. W. Wood. A Suspected Case of the Electrical Resonance of Minute Metal Particles for Light Waves. — A New Type of Absorption. Univ. Wisconsin Sc. Club 1. April 1902. [Science (N. S.) 15, 712, 1902.

James Blyth. Note on the Coherer. Rep. Brit. Ass. Glasgow 583, 1901.

P. Drude. Zur Messung der Dielektricitätsconstante vermittelst elektrischer Drahtwellen. Ann. d. Phys. (4) 8, 336—347, 1902.

P. Drude. Verbesserung des Apparates zur Messung der Dielektricitätsconstante mit Hülfe elektrischer Drahtwellen. ZS. f. phys. Chem. 40, 635—637, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

R. Fischer. Ueber die Elektricitätserregung bei dem Hindurchgange von Luftblasen durch Wasser. Wien. Anz. 1902, 158—159.

G. M. Minchin. Photoelectric Cells. Rep. Brit. Ass. Glasgow 532—534, 1901.

Fr. Tamm. Ueber den Einfluss des Luftdruckes und der Luftfeuchtigkeit auf die Entladung statischer Elektricität aus Spitzen. 54 S. Diss. Freiburg i Br., 1901.
G. Vicentini. Rotazioni elettrostatiche. Cim. (5) 3, 296—306, 1902.
Selim Lemström. On the state of liquids in capillary tubes under influence of electrical air-currents. Ofvertryck of Finska Vet.-Soc. Förhandl. 43.
A. D. Cole. Practical experience with the Capillary Electrometer. Bull. Scient. Lab. Denison Univ. 9 S., 1902.
C. D. Child. The Velocity of ions from hot platinum wires. Part I. Phys. Rev. 14, 221—246, 1902.

28. Batterieentladung.

Norman Lockyer. On the spark Discharge from Metallic Poles in Water. Proc. Roy. Soc. 70, 31—37, 1902. [Nature 66, 93—94, 1902. Astrophys. J. 15, 190—198, 1902.
A. Battelli e L. Magri. Sulle scariche oscillatorie. Parte II. Cim. (5) 3, 257—287, 1902.

29. Galvanische Ketten.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

Th. Bruger. Wheatstone-Brücke mit Schleifdraht und regelbarem Vorschaltwiderstand. Phys. ZS. 3, 374—376, 1902.
R. Arnoux. Galvanomètre thermique. Congrès intern. d'électricité, Paris, 1901. 1, 385—386, 1901.
E. Hospitalier. Apparat zur Aufnahme von Wechselstromcurven. L'Électricien 22, 194, 1901. [ZS. f. Instrkde. 22, 166, 1902.
A. Blondel. Sur les oscillographes. Journ. de Phys. (4) 1, 273—302, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

Rudolf Mewes. Leitungswiderstand bezw. -vermögen von Metallen, Legirungen und gelösten Elektrolyten. Elektrochem. ZS. 9, 36—42, 1902.
Guy Barlow. On the Effects of Magnetisation on the Electrical Conductivity of Iron and Nickel. Rep. Brit. Ass. Glasgow 581—582, 1901.
Jagadis Chunder Bose. On the Change of Conductivity of Metallic Particles under Cyclic Electro-motive Variation. Rep. Brit. Ass. Glasgow 534—535, 1901.
Carl Benedicks. Der elektrische Leitungswiderstand des Stahles und des reinen Eisens. ZS. f. phys. Chem. 40, 545—560, 1902.
Giuseppe di Ciommo. Ueber die elektrische Leitungsfähigkeit von isolirenden Flüssigkeiten und ihren Mischungen. Phys. ZS. 3, 373—374, 1902.
A. Miolati u. E. Mascetti. Beitrag zur Kenntniss einiger anorganischer Säuren. Gazz. chim ital. 1901, I, 93—138. ZS. f. phys. Chem. 40, 754—755, 1902.
G. Levi. Ueber die basische Energie des Silberoxyds in wässeriger Lösung. Gazz. chim. ital. 1901, II, 1. [ZS. f. phys. Chem. 40, 755—756, 1902.

32. Elektrochemie.

C. J. Reed. Electrochemical polarization. Journ. Frankl. Inst. 153, 259—268, 1902.
S. Skinner. Note on a Comparison of the Silver deposited in Voltameters containing different Solvents. Rep. Brit. Ass. Glasgow 32—34, 1901.



Theodore W. Richards and **George W. Heimrod.** On the accuracy of the improved voltameter. Proc. Amer. Acad. 37, 415—443, 1902.
Berthelot. Études sur les piles fondées sur l'action réciproque des liquides oxydants et réducteurs. Dissolvants communs. Action des acides sur les bases. C. R. 134, 933—950, 1902.
Berthelot. Études sur les piles fondées sur le concours d'une réaction saline avec l'action réciproque des liquides oxydants et réducteurs Conclusions. C. R. 134, 1009—1030, 1902.
A. Panchaud de Bottens. Ueber die Depolarisation der Wasserstoffelektrode durch Körper der aromatischen Reihe. ZS. f. Elektrochem. 8, 305—315, 1902.
Leopold Gräfenberg. Ueber das Potential des Ozons. ZS. f. Elektrochem. 8, 297—301, 1902.
Max Wien. Ueber die Polarisationscapacität des Palladiums. Ann. d. Phys. (4) 8, 372—387, 1902.
F. G. Cottrell. Preliminary Note on the Theory of the Lippmann Electrometer and related Phenomena. Rep. Brit. Ass. Glasgow 548—549, 1901.
Viktor Engelhardt. Die Elektrolyse des Wassers, ihre Durchführung und Anwendung. Monographien über angewandte Elektrochemie. 1, XII u. 117 S. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1902.
Harold A. Wilson. The Laws of Electrolysis of Alkali Salts Vapours. Rep. Brit. Ass. 547—548, 1901.
E. Berliner. Ueber die Ionenwanderung. 35 S. Berlin, 1902.
S. Goldlust. Ueber die Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen einiger mehrwerthiger Elektrolyte in verdünnten wässerigen Lösungen. 69 S. Berlin, 1902.
B. D. Steele. Die Messung von Ionengeschwindigkeiten in wässerigen Lösungen und die Existenz complexer Ionen. ZS. f. phys. Chem. 40, 689—736, 1902.
R. Abegg u. **W. Gaus.** Beiträge zur Theorie der directen Bestimmungsmethode von Ionenbeweglichkeiten. ZS. f. phys. Chem. 40, 737—745, 1902.
Joh. Möller. Ueber die elektrolytische Reduction aromatischer und fetter Nitrokörper. (Schluss.) Elektrochem. ZS. 9, 27—35, 1902.
Manfred Bial. Ueber die antiseptische Function des H-Ions verdünnter Säuren. ZS. f. phys. Chem. 40, 513—534, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

Daniel Berthelot. Sur la graduation des couples thermo-électriques. C. R. 134, 983—985, 1902.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

W. Wien. Untersuchungen über die elektrische Entladung in verdünnten Gasen. Ann. d. Phys. (4) 8, 244—266, 1902.
W. Biegon von Czudnochowski. Universal-Vacuumapparate zu Versuchen über elektrische Entladungen in Gasen. Phys. ZS. 3, 366—368, 1902.
Henry E. Armstrong. The conditions determinative of chemical change and of electrical conduction in gases, and on the phenomena of luminosity. Roy. Soc. Mai 1, 1902. Chem. News 85, 241—243, 1902.
Arthur Schuster. The Discharge of Electricity through Mercury Vapour. Rep. Brit. Ass. Glasgow 531, 1901.
H. Pellat. Action d'un champ magnétique intense sur le flux anodique. C. R. 134, 1046—1048, 1902.
J. Stark. Ueber Kathodenstrahlreflexion bei schiefer Incidenz. Phys. ZS. 3, 368—373, 1902.

W. Seitz. Vergleich einiger Methoden zur Bestimmung der Grösse ε/μ bei Kathodenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) **8**, 233—243, 1902.

E. Gehrcke. Bemerkung zu meinem Aufsatz: „Ueber den Geschwindigkeitsverlust, welchen die Kathodenstrahlen bei der Reflexion erleiden." Ann. d. Phys. (4) **8**, 480, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

L. Benoist. Lois de transparence de la matière pour les rayons X. Bull. soc. philomatique de Paris (9) **3**, 92—106, 1901.

36. Magnetismus.

V. Berghoff. Die Lehre vom Magnetismus auf Grundlage der Kraftlinientheorie als Lehrgang für die Oberstufe. 23 S. Progr. städt. Oberrealschule Düsseldorf, 1902.

Reginald Ashworth. Experimental Researches on Drawn Steel. Part I. Magnetism and its Changes with Temperature. Part II. Resistivity Elasticity and Density and the Temperature Coefficients of Resistivity and Elasticity. Proc. Roy. Soc. **70**, 27—30, 1902.

F. Rinne. Ueber das Verschwinden und Wiedererscheinen des Magnetismus beim Erhitzen und Abkühlen von Magneteisenerz. Centralbl. f. Min. 1902, 294—305.

J. Beckenkamp. Ueber den Paramagnetismus einiger hexagonaler und regulärer Krystalle. ZS. f. Kryst. **36**, 102—110, 1902.

James W. Peck and **Robert A. Houstoun.** Magnetisation of Electrolytic Nickel. Rep. Brit. Ass. Glasgow 582, 1901.

C. Benedicks. Études sur la distance des poles des aimants. Journ. de Phys. (4) **1**, 302—307, 1902.

F. G. Baily. A New Form of Permeameter. Rep. Brit. Ass. Glasgow 582—583, 1901.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

38. Elektrodynamik. Induction.

B. Eginitis. Sur le rôle de la self-induction dans les décharges électriques à travers les gaz. C. R. **134**, 1043—1046, 1902.

39. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Prof. Dr. **Egon R. v. Oppolzer.** Erdbewegung und Aether. (Mit 2 Textfig.) Wien. Sitzber. **111**, Abth. IIa, Febr. 1902.
J. Hartmann. Spectrographische Geschwindigkeitsmessungen an Gasnebeln. Berl. Sitzber. **237**, 1902.
F. Deichmüller. Neue Methode zur Helligkeitsmessung der Kometen und Nebelflecken. Sitzber. d. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkunde Bonn 1901 (Sitzung am 13. Mai). Ref.: Nat. Rdsch. **17**, 20, 252—253, 1902.

1 B. Planeten und Monde.

E. Jost. Photometrische Beobachtungen des Mercur während der totalen Sonnenfinsterniss am 28. Mai 1900 zu Ovar (Portugal). 25 S. 8°. Mitth. grossherzogl. Sternwarte zu Heidelberg, Astrometr. Institut Nr. 1.
William H. Pickering. Changes on the Moon's Surface. In the May number of the Century Magazine. Ref.: Nature **66**, 1697, 40—41, 1902.
Percival Lowell. Explanation of the supposed signals from Mars of December 7 and 8, 1900. Proc. Amer. phil. soc. **40**, 167, 166—176, 1902.
Ch. André. Sur la variation lumineuse de la planète Éros. Courbes de lumière. Amplitude de la variation. C. R. **133**, 6, 324—326, 1902.
Ch. André. Sur la variation lumineuse de la planète Éros. Durée de la période. Points tropiques. C. R. **133**, 5, 262—265, 1901.
C. T. Whitmell. Saturn visible through Cassini Division. Month. Not. **62**, 6, 457—458, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

Sir **Norman Lockyer.** Further observations on Nova Persei. Proc. roy. Soc. **68**, 444, 142—146, 1902.
E. E. Barnard. On the Probable Motion of some of the Small Stars in the „Dumbell" Nebula. (M. 27, N. G. C. 6853.) Month. Not. **62**, 6, 466—468, 1902.
The Parallax and Proper Motion of Nova Persei, from Photographs taken at the Royal Observatory, Greenwich. Month. Not. **62**, 6, 489—492, 1902.
J. Halm. Bemerkung zu dem Aufsatze „Versuch einer Erklärung der Entstehung und der Bewegung der Nebelhülle, welche die Nova Persei umgiebt". A. N. 3765. Astr. Nachr. **158**, 3790, 343, 1902.
Ernst Hartwig. Ueber die Eigenbewegung und Parallaxe der Nova Persei. Astr. Nachr. **158**, 3789, 321—325, 1902.
Structure of the Region around Nova Persei. Nature **65**, 1673, 62—63, 1902.
J. Plassmann. Zur genaueren Bestimmung der Lichtcurven veränderlicher Sterne. Mitth. Ver. Astr. kos. Phys. **12**, 4, 39—43, 1902.
W. H. Robinson. On the supposed Variability of Persei and 36 Persei, and a Comparison of the Photographic and Visual Magnitudes of these Stars. Month. Not. **62**, 6, 458—465, 1902.

1 D. Die Sonne.

Harrison W. Smith. Photographic work of the expedition from the Massachusetts Institute of Technology. Total Solar Eclipse, May 17—18, 1901. Sawah Loento Sumatra. Astrophys. J. **15**, 3, 199—207, 1902.

W. H. Julius. Die Entstehung von Doppellinien im Chromosphärenspectrum in Folge anomaler Dispersion des Photosphärenlichtes. Astrophys. J. 15, 28, nach dem Amsterdamer Akad.-Ber. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 21, 263—264. 1902.

W. E. Wilson. Temperatur der Sonne. Proc. roy. soc. 69, 312—320, 1902. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 22, 282, 1902.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

G. von Stempell. Ueber Meteorbeobachtungen. Mitth. Ver. Freund. Astr. kos. Phys. 12, 4, 44—45, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

William Henry Dines. The Element of Change applied to various Meteorological Problems. Quart. J. 28, 122, 53—68, 1902.

J. Hann. Zur Meteorologie des Aequators. Nach den Beobachtungen am Museum Goeldi in Pará. Wien. Sitzber. 9, 111—113, 1902.

M. G. Bruel. Note sur la météorologie du Haut-Charè. Annu. soc. met. de France 50, Avril, 69—77, 1902.

Die Witterung zu Tsingtau im December 1901, Januar und Februar 1902 nebst einer Zusammenstellung für den Winter 1901/1902. Ann. d. Hydr. 30, 5, 235—238, 1902.

Die Witterung an der deutschen Küste im März 1902. Ann. d. Hydr. 30, 5, 271—274, 1902.

H. C. Russell. Meteorology in New South Wales 1901. Quart. J. 28, 122, 94, 1902.

H. A. Cummins. Meteorological Notes in South Africa. Quart. J. 28, 122, 105—106, 1902.

Maxwell Hall. Temperatures in Kingston, Jamaica, and the Connection between Sun-spot Frequency, the Mean Maximum Temperature and the Rainfall in Jamaica. Kingston, 1902. 12 pp. Ref.: Science 15, 384, 756—757, 1902.

L. E. Dinklage. Resultate meteorologischer Beobachtungen der Höhenstation Monte Café auf der Insel San Thomé, Westafrika. Ann. d. Hydr. 30, 5, 239—248, 1902.

Meteorological Congress, Mexico 1900. Actos, Resoluciones y Memorias del Prèmer Congreso Meteorologico Nacional. Mexico, 1901. Quart. J. 28, 122, 109—112, 1902.

Stefan Hepites. Analele Institutului Meteorologic al României. Tomul 15, Anul 1899. 1, 1901.

Paul Schreiber. Ber. Thätigkeit im kgl. sächsischen Meteorologischen Institut f. das Jahr 1898. 16, 1, 1902.

Stefan C. Hepites. Buletinul Lunar al Observatiuni lor Meteorologice diu Romania. 10, 1901.

Edward Mawley. Report on the Phenological Observations for 1901. Quart. J. 28, 122, 69—92, 1902.

Prof. Dr. **Richard Assmann.** Ueber die Existenz eines wärmeren Luftstromes in der Höhe von 10 bis 15 km. Berl. Sitzber. 24, 1902.

L. Teisserenc de Bort. Variations de la température de l'air libre dans la zone comprise entre 8 km et 13 km d'altitude. C. R. 134, 17, 987—989, 1902.

L. Teisserenc de Bort. Ueber die täglichen Schwankungen der meteorologischen Elemente in der Atmosphäre. C. R. 134, 253, 1902. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 21, 264—265, 1902.

A. Lawrence Rotch. Sondages atmosphériques exécutés a l'aide de cerfs-volants a Blue Hill Observatory, Mass., États-Unis d'Amérique. Annu. soc. met. de France 50, Avril, 78—80, 1902.

Ch. Goutereau. Sur les ascensions scientifiques de Berlin. Annu. soc. met. de France 50, Avril, 84, 1902.

J. Lecornu. Les Cerfs-volants. In 8°, IV, 242 p. avec fig. Paris, 1902. Nouy et Cie.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

V. de Souza Brandão. Ueber den Staubfall in Portugal vom Januar 1902. Centbl. Min. Geo. Paläont. 9, 257—261, 1902.

Captain **M. W. Campbell Hepworth.** Atmospheric Dust. Quart. J. 28, 122, 68, 1902.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

2 D. Luftdruck.

Dr. **Felix M. Exner.** Versuch einer Berechnung der Luftdruckänderungen von einem Tage zum nächsten. Wien. Sitzber. 10, 121—123, 1902.

2 E. Winde und Stürme.

L. E. Dinklage. Der Südwestmonsum im Nordatlantischen Ocean. An. d. Hydr. 30, 5, 255—257, 1902.

Rev. Louis Froc. S. J. of the Zi-Ka-Wei Observatory. The „De Witte Typhoon". August 1—6, 1901. Quart. J. 28, 122, 107—109, 1902.

2 F. Wasserdampf.

Dr. **G. Schwalbe.** Ueber Verdunstung. Nat. Rdsch. 17, 22, 276—277, 1902.

2 G. Niederschläge.

Maurice Chassant. Les chutes de neige sous le climat Méditerranéen, d'après les observations de la Station météorologique de l' Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier. Annu. soc. met. de France 50, Avril, 81—82, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

H. Ebert. Ueber Elektrizitätszerstreuung in grösseren Höhen. Ann. Phys. 5, 7, 718—724, 1901.

T. R. Wilson. On the Ionisation of Atmospheric Air. Proc. roy. soc. 68, 444, 151—161, 1902.

J. Schreiber. Selbstthätiges Aufzeichnen der Gewitterentladungen. C. R. 134, 227, 1902 Ref: Nat. Rdsch. 17, 21, 271, 1902.

R. Palleske. Der Blitz bei der Umbildung der Erdoberfläche. Globus 81, 20, 323, 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

G. Saija. Sulle variazioni della rifrazione atmosferica. Mem. Soc. degli Spettroscopisti Italiani 28, 1899.

Dr. **Vittorio E. Boccara.** Sulle variazioni diurne della rifrazione atmosferica. Mem. degla Soc. degli spettroscopisti Italiani **30**, 1901.

Dr. **Egon Ritter v. Oppolzer.** Zur Theorie der Scintillation der Fixsterne. Wien. Sitzber. **110**, 10, 1239—1252, 1901.

J. M. Pernter. Untersuchungen über die Polarisation des Lichtes in trüben Medien und des Himmelslichtes mit Rücksicht auf die Erklärung der blauen Farbe des Himmels. Denkschrift der Wiener Akad. d. Wissenschaften **73**, 301—328, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. **17**, 19, 241—242, 1902.

S. J. Bailey. Dauer der Dämmerung in den Tropen. Science **15**, 286, 1902. Ref.: Nat. Rdsch. **17**, 22, 282—283, 1902.

Grenville A. J. Cole. Sun pillar and Parhelion. Nature **66**, 1697, 32, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

2 M. Praktische Meteorologie.

Alph. Bernoud. La prévision du temps. Extrait de l'Écho des Alpes. Publication des sections romandes du Club Alpin Suisse. Avril et Mai 1902.

2 N. Kosmische Meteorologie.

W. N. Shaw. La lune mange les nuages. A Note on the thermal relations of floating clouds. Quart. J. **28**, 122, 95—100, 1902.

2 O. Meteorologische Apparate.

2 P. Klimatologie.

The Climates and Baths of Great Britain. Being the Report of a Committee of the Royal Medical and Chirurgical Society of London. 2. 8 vo. 16 + 628 pp. 7 maps. London, Macmillan u. Co., 1902. Ref.: Quart. J. **28**, 122, 119—120, 1902.

Climate of Manila. Quart. J. **28**, 122, 101, 1902.

Ernest Cooke. The Climate of Western Australia from Meteorological Observations made during the Years 1876—1899. Ref.: Science **15**, 384, 757, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

S. Günther. Akustisch-geographische Probleme. Sitzber. München **31**, 15—33 u. 211—263, 1901.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Charles Walcott. 21. Annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of the Interior 1899—1900. . Washington, 1901.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

Ein heftiger Ausbruch des Vulcans Mont Pelée auf Martinique. Nat. Rdsch. **17**, 21, 271, 1902.

8 F. Erdbeben.

Fürst **B. Galitzin.** Ueber seismometrische Beobachtungen. Bull. Petersburg 1902, 83 S.

Montessus de Ballore. L'Erzgebirge Géologico-Sismique. Arch. sc. phys. nat. 107, 4, 375—395, 1902.

Prof. Dr. **W. Láska.** Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Lemberg während des Jahres 1901. Mitth. Erdbeben-Comm. der kais. Akad. Wissensch. Wien, Neue Folge 9, 1902.

W. Branco. Wirkungen und Ursachen der Erdbeben. Rede am Geburtstage Seiner Majestät des Kaisers und Königs Wilhelm II. in der Aula der Kgl. Friedr. Wilhelm-Univ. zu Berlin am 27. Jan. 1902. 116 S.

H. Credner. Die vogtländischen Erderschütterungen in dem Zeitraum vom September 1900 bis zum März 1902, insbesondere die Erdbebenschwärme im Frühjahr und Sommer 1901. 2 Kartensk. im Text. Ber. d. math.-phys. Cl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig 3. März, 74—90, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Arthur Schuster. The Periodogram of Magnetic Declination as obtained from the records of the Greenwich Observatory during the years 1871—1895. Trans. Cambridge Phil. Soc. 18, 107—135, 1900.

Kr. Birkeland. Resultate der magnetischen Untersuchungen der norwegischen Expedition zum Studium der Polarlichter 1899/1900. Arch. sc. phys. nat. (4) 12, 565—586, 1901. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 20, 249—250, 1902.

G. Meyer. Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br. 12, 134—173, 1902.

Henri Stassano. Sur la Nature et la Constitution du spectre des Aurores Polaires. An. chim. phys. 26, Mai, 40—57, 1902.

Henri Stassano. Démonstration géographique de l'origine terrestre des aurores polaires. C. R. 133, 5, 279—281, 1901.

E. Wiechert. Polarlichtbeobachtungen in Göttingen. Phys. ZS. 3, 365—366, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

W. Biegon v. Czudnochowski. Ein Beitrag zur Frage der elektrischen Tiefenthermometer. Ann. d. Hydr. 30, 5, 264—266, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Periodische Seespiegelschwankungen (Seiches). Himmel u. Erde 14, 8, 378—381, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Bericht der Gletschercommission für das Jahr 1900/1901. S.-A. aus den Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1901.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik

Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **30. Juni 1902.** **Nr. 12.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 12 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 3. bis 18. Juni 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

William Abendroth. Leitfaden der Physik mit Einschluss der einfachsten Lehren der mathematischen Geographie nach der Lehr- und Prüfordnung von 1893 für Gymnasien. 1, Cursus der Unter- und Obersecunda, 3. Aufl. IX u. 221 S. Leipzig, S. Hirzel, 1902.

A. Genau. Ausführlicher Lehrplan für den Unterricht in der Physik an Präparandenanstalten und Lehrerseminaren, den Lehrplänen vom 1. Juli 1901 entsprechend. Päd. Bl. 31, 135—138, 1902.

L. Graetz. Compendium der Physik. 3. Aufl. IX u. 479 S. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1902.

A. Lanner. Naturlehre. 377 S. Stuttgart, Jos. Roth'sche Buchh., 1902.

E. Mach. Populär-wissenschaftliche Vorlesungen. 2. Lief. Ins Russ. übers. v. A. Meyer. 128 S. Moskau, 1901.

W. Natanson. Populäre Physik. Russische Uebertragung v. A. R. 170 S. Petersburg, 1901.

W. Ostwald. Ueber die Einführung des Begriffs der Arbeit beim Unterricht in der Mechanik. ZS. f. math. u. naturw. Unterr. 33, 10—26, 1902.

Congrès international de Chronométrie. Comptes Rendus des Travaux, Procès-verbaux, Rapports et Mémoires, publiés sous les auspices du bureau du congrès par E. Fichot et P. de Vansay. XL u. 254 S. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

J. C. Poggendorff's biographisch-litterarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften, enthaltend Nachweisungen über

Lebensverhältnisse und Leistungen von Mathematikern, Astronomen, Physikern, Chemikern, Mineralogen, Geologen, Geographen u. s. w. aller Völker und Zeiten. 4. Band (die Jahre 1883 bis zur Gegenwart umfassend). Herausgegeben von A. J. von Oettingen. 1. Lieferung, 80 S. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1902.

1b. Maass und Messen.

B. Hasselberg. Sur une équation personelle dans la mesure des clichées spectroscopiques. Mem. Soc. Spettrosc. Ital. **31**, 5 S., 1902.

P. E. Shaw. Simple Electric Micrometer. Phys. Soc. London, Mai 9, 1902. [Chem. News **85**, 237—238, 1902.

J. M. Faddegon. Mémoire sur la compensation thermique des pendules. Compt. Rend., Congr. intern. de Chronométrie 1900, 13—33, 1902.

M. A. Cornu. Action du champ magnétique terrestre sur la marche d'un chronomètre aimanté. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 55—59, 1902.

C. Féry. Pendule à restitution électrique constante. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 69—72, 1902.

Goedseels. Détermination des constantes des formules des marches par le calcul. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 73—89, 1902.

Ch. Éd. Guillaume. Les aciers au nickel et leurs applications à la chronométrie. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 90—112, 1902.

De Rey-Pailhade. Décimalisation du jour entier. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 122—125, 1902.

E. Goedseels. Décimalisation du temps et des angles. Tables de réduction. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 126—142, 1902.

Florenzo Jaja. Système métrique décimal dans le calcul du temps. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 143—145, 1902.

G. Bigourdan. Sur un moyen de maintenir à pression constante une horloge placée dans une enveloppe à peu près étanche. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 162—163, 1902.

Ch. Éd. Guillaume. Les unités de l'horlogerie. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 179—183, 1902.

G. Lippmann. Sur la définition d'une unité de temps indépendante du mouvement diurne. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 175—176, 1902.

Faddegon. Rapport sur les délibérations de la commission des unités. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 184—186, 1902.

A. L. Berthoud. Étude sur les lames bimétalliques des balanciers compensateurs et sur les divers systèmes de compensation supplémentaire, qui ont été employés dans les chronomètres. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 187—192, 1902.

Rozé. Repartiteur angulaire de M. Guillerminet. Compt. Rend. Congr. intern. de Chronométrie 1900, 212—216, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

Karl Noack. Apparate und Aufgaben für physikalische Schülerübungen. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. **15**, 129—137, 1902.

H. Dressler. Lehrmittelschau. Natur u. Schule (B. G. Teubner, Leipzig) **1**, 73—78, 1902.

Arthur N. Gray. Bestimmung des specifischen Gewichts von Gasen mittels Glühlampen. School Science Vol. I, Nr. 9, 1902. [ZS. f. phys. u. chem. Unterr. **15**, 161, 1902.

Carl Fenzl. Messender Versuch über den Zusammenhang von Bewegungsgrösse und Druck. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. **15**, 141—145, 1902.

L. Münch. Stoss- und Pendelversuche. ZS. f. phys. u chem. Unterr. **15**, 154, 1902.

E. Grimsehl. Die Rolle und der gemeine Flaschenzug. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 138—139, 1902.

W. Biegon von Czudnochowski. Ueber den Ersatz des Foucault'schen Pendels durch eine gyrostatische Vorrichtung. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 140—141, 1902.

E. C. Séverin. Application du principe d'Archimède aux gaz. Ann. scient. Univers. Jassy 2, 45—51, 1902.

Viktor Edler v. Lang. Ueber hydraulische Schulversuche. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. des phys. u. chem. Unterr. 7, 100—103, 1902.

C. F. Adams. Stehende Longitudinalwellen an Drahtspiralen. School Science Vol. I, Nr. 5, 1901. [ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 161—162, 1902.

H. Rebenstorff. Einfache Versuche über Löslichkeit von Chlorwasserstoff. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 160, 1902.

W. Weiler. Einfacher Versuch zur tönenden Bogenlampe. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 158, 1902.

Instrumentarium zur Demonstration der sprechenden Bogenlampe. Centralztg. f. Opt. u. Mech. 23, 62—64, 1902.

R. Straubel. Beleuchtungsprincipien und Beleuchtungseinrichtungen bei photographischer Registrirung. Ber. d. I. Intern. seismol. Conferenz, Leipzig, Engelmann, 1902, 290—304.

R. Börnstein. Die atmosphärische Strahlenbrechung des Lichtes und des Schalles. Natur u. Schule (B. G. Teubner, Leipzig) 1, 63—64, 1902.

Walter Stahlberg. Demonstrations-Apparate zur Brechung und Spiegelung des Lichtes. Der Mechaniker 10, 121—124, 1902.

P. Meutzner. Eine Ergänzung zu Weinhold's Reflexionsgoniometer. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 157—158, 1902.

G. Kemna. Apparat, um die Brechung und die Totalreflexion unter verschiedenen Winkeln durch einen einzigen Versuch nachzuweisen. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 156, 1902.

D. van Gulik. Ein Telestereoskop, zugleich Pseudoskop. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 156—157, 1902.

Chr. Winther. Ueber eine leicht herstellbare Cuvette für Strahlenfilter. Chem. Ber. 35, 1976—1977, 1902.

Gustav Rauter. Anschauliche Darstellung des Farbensystems durch einen Würfel. Naturw. Wochenschrift 17, 77—79, 1901.

H. Rebenstorff. Zur Verwendung des Farbenthermoskopes. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 145—153, 1902.

T. C. Porter. A Lecture Experiment on the Ebullition of Rotating Water. Phys. Soc. May 23, 1902. [Chem. News 85, 272, 1902.

Leopold Kann. Modelle zu Demonstrationen, besonders im elektrotechnischen Unterricht. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. des phys. u. chem. Unterr. 7, 111—118, 1902.

Apparate für drahtlose Telegraphie mit Acetylenlicht. Centralztg. f. Opt. u. Mech. 23, 64, 1902.

L. Münch. Ein akustischer Versuch mit der Blitztafel. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 155, 1902.

W. Holtz. Eine Neuerung an Platinelementen. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 159—160, 1902.

W. Holtz. Billige Galvanometerspiegel. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 158—159, 1902.

W. Holtz. Aluminiumketten als Zuleiter für Spannungselektricität. ZS. f. phys. u. chem. Unterr. 15, 159, 1902.

2. Dichte.

Max Heinze. Ueber Verwendung des Auftriebs von Flüssigkeiten zur Bestimmung des specifischen Gewichts derselben. D. Zuckerind. 27, 530—531, 1902.

L. C. de Coppet et **W. Muller.** Sur la température du maximum de densité, et sur la conductivité électrique de quelques solutions de bromure et iodure de baryum et de chlorure, bromure et iodure de calcium. C. R. 134, 1208—1209, 1902.
J. W. Dito. De dichtheden van mengsels van hydrazine en water. Versl. Amsterdam, 1902, 838—840.

3. Physikalische Chemie.

J. Siegrist. Chemische Affinität und Energieprincip. Samml. chem. u. chem.-techn. Vorträge, 7, 5. Heft, 137—158. Stuttgart, Ferd. Encke, 1902.
A. Scott. The Atomic Weight of Tellurium. Chem. Soc. London 30. April 1902. [Chem. News 85, 235, 1902.
Theodore William Richards and **Benjamin Shores Merigold.** A new investigation concerning the atomic weight of uranium. Chem. News 85, 249, 1902.
Theodore William Richards and **Benjamin Shores Merigold.** Neue Untersuchung über das Atomgewicht des Urans. ZS. f. anorg. Chem. 31, 235—270, 1902.
Theodore William Richards. Neubestimmung des Atomgewichtes von Calcium. ZS. f. anorg. Chem. 31, 271—274, 1902.
Rayleigh. Does chemical transformation influence weight? Nature 66, 58—59, 1902.
A. N. M. The Conservation of Weight and the Laws of Thermodynamics. Nature 66, 102—103, 1902.
Henry E. Armstrong. The conditions determinative of chemical change and of electrical conduction in gases, and on the phenomena of luminosity. Roy. Soc. May 1, 1902. [Chem. News 85, 241—243, 253—254, 1902. Proc. Roy. Soc. 70, 99—109, 1902.
W. A. Kistjakowski. Bestimmung der Moleculargewichte von Stoffen in flüssigem Zustande. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 34, 70—90, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 1289—1290. [ZS. f. Elektrochem. 8, 376—377, 1902.
Robert B. Goldschmidt. Sur les rapports entre la dissociation et la conductibilité thermique des gaz. 42 S. Bruxelles, 1902.
Karl Kellner. Ueber das Verhalten von Brom gegen elektrische Ströme von hoher Spannung. Wien. Anz. 1902, 171—176.
A. de Hemptinne. Sur la synthèse de l'ammoniaque par l'électricité. Bull. Belg. 1902, 28—36.
O. Linder. Ueber die Entzündungstemperaturen der Mischungen von Metallen und Schwefel. Diss. Berlin, 1901.
P. Eitner. Untersuchungen über die Explosionsgrenzen brennbarer Gase und Dämpfe. III. Abschnitt. Schilling's Journ. f. Gasbel. 45, 345—348, 362—365, 382—384, 397—400, 1902.

3a. Krystallographie.

H. Dufet. Notices cristallographiques (9 série). Bull. soc. Min. 25, 38—54, 1902.
C. van Eyk. Eene methode om kristallen uit legeeringen af the zonderen. Versl. Amsterdam, 1902, 859—862.
A. P. Karpinski. Die krystallographischen Eigenschaften des Eises. Min. Ges. Petersburg, 7. Januar 1902. [Centralbl. f. Min. 1902, 215.
E. Weinschenk. Dynamometamorphismus und Piëzokrystallisation. Centralbl. f. Min. 1902, 193—197.
C. van Eyk. A method for separating crystals from alloys. Proc. Amsterdam 4, 758—761, 1902.

4. Mechanik.

J. G. MacGregor. An Elementary Treatise on Kinematics and Dynamics. 538 S. London, Macmillan, 1902.

mack, 2. ed. London, Paul, 1902.

Lorentz. Eenige beschouwingen over de grondstellingen der mechanica naar aanleiding van „Die Principien der Mechanik" van Hertz. Versl. Amsterdam, 1902, 876—896.

H. A. Lorentz. Some considerations on the principles of dynamics, in connexion with Hertz' Principien der Mechanik. Proc. Amsterdam **4**, 713—732, 1902.

E. T. Whittaker. On the Solution of Dynamical Problems in terms of Trigonometric Series. Proc. Math. Soc. London **34**, 206—208, 1901.

Carl Albrich. Die Lehre von der Bewegung fester Körper. Ein Unterrichtsgang auf historischer Grundlage. 69 S. Hermannstadt, W. Krafft, 1902.

René de Saussure. Théorie géométrique du mouvement des corps (solides et fluides). Arch. sc. phys. et nat. (4) **13**, 425—461, 1902.

A. Wachsmuth. Ueber eine Ableitung der allgemeinen Differentialgleichungen der Bewegung eines starren Körpers. Wien. Anz. 1902, 189—190.

E. Daniele. Sopra alcuni particolari movimenti di un punto in un piano. Lincei Rend. (5) **11** [1], 362—368, 427—431, 1902.

G. K. Burgess. The value of the gravitation constant. Phys. Rev. **14**, 257—264, 1902.

A. G. Greenhill. The Mathematical Theory of the Top. Science (N. S.) **15**, 712—713, 1902.

J. Frith and **E. H. Lamb.** The Breaking of Shafts in Direct-Coupled Units, due to Oscillations set up at Critical Speeds. Journ. Inst. Electr. Engin. **31**, 646—667, 1901.

Julius Bernstein. Die Kräfte der Bewegung in der lebenden Substanz. 28 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

5. Hydromechanik.

E. Scheffer. Ueber stabiles Schwimmen homogener Körper. Progr. Realgymn. St. Johann in Danzig, 52 S.

P. Duhem. Sur les fluides compressibles visqueux. C. R. **134**, 1088—1090, 1902.

C. Zakrzewski. Sur les oscillations d'un disque plongé dans un liquide visqueux. Krak. Anz. 1902, 235—242.

Karapetow. Widerstand gegen die Bewegung von Wasserfahrzeugen. Theil I. Widerstand in unbegrenzten Gewässern (russ.). 127 S. St. Petersburg, 1902.

6. Aeromechanik.

Edward W. Morley and **Charles F. Brush.** A new Gauge for the Measurement of Small Pressures. Sill. Journ. (4) **13**, 455—458, 1902.

Percival Levis. Ueber die sichtbare Projection von Convections- und Diffusionsströmen in Gasen und Flüssigkeiten. Phys. ZS. **3**, 377—378, 1902.

Gustav Suschnig. Neue Experimente mit Wirbelringen. Wien. Anz. 1902, 195—196.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

Lord **Kelvin.** A new Specifying Method for Stress and Strain in an Elastic Solid. Proc. Edinburgh **24**, 97—101, 1902.

S. Löffler. Ueber den Einfluss der Magnetisirung auf die Torsionselasticität des Eisens. Diss. Zürich, 62 S., 1901.

7b. Capillarität.

Leduc et **Sacerdote.** Sur la cohésion des liquides. Journ. de Phys. (4) **1**, 364—381, 1902.



E. C. C. Baly and F. G. Donnan. The Variation with Temperature of the Surface-tensions and densities of Liquid Oxygen Nitrogen, Argon and Carbon Monoxide. Chem. Soc. May 15, 1902. [Chem. News 85, 260, 1902.

7c. Lösungen.

J. Schans. Zur Theorie der Lösungen und Legirungen: Ein Umschwung in den Grundansichten der Chemie. Kirchhoff's techn. Bl. 1, Nr. 24, 1901.

Wilder D. Bancroft. Limitations of the mass law. Journ. Phys. Chem. 6, 190—192, 1902.

Alexander Findlay. Vorläufige Mittheilung über eine Methode zur Berechnung von Löslichkeiten und Gleichgewichtsconstanten chemischer Reactionen und über eine Formel für die latenten Verdampfungswärmen. ZS. f. phys. Chem. 41, 28—36, 1902.

C. Doelter. Ueber gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien. Centralbl. f. Min. 1902, 199—203.

H. W. Bakhuis Roozeboom On the melting of binary solid mixtures by cooling. Proc. Amsterdam 4, 636—639, 1902.

J. D. van der Waals. Ternary systems. Proc. Amsterdam 4, 681—694, 1902.

van der Waals. Ternaire Stelsels. III. Versl. Amsterdam 1902, 862—876.

J. E. Trevor. A derivation of the phase rule. Journ. Phys. Chem. 6, 185—189, 1902.

Wilder D. Bancroft. Synthetic analysis of solid phases. Journ. Phys. Chem. 6, 178—184, 1902.

J. E. Stead. Alloys of Copper and Iron. Metallographist 5, 25—41, 1902. [Science Abstr. 5, 387, 1902.

J. G. MacGregor. Ueber die Erniedrigung des Gefrierpunktes in wässerigen Lösungen von Elektrolyten. Elektrochem. ZS. 9, 51—55, 1902.

S. Young. On the Vapour Pressures and Boiling-points of mixed Liquids. Chem. Soc. London 30. April 1902. [Chem. News 85, 233—234, 1902.

Hugh Marshall and J. K. H. Inglis. The Action of Silver Salts on Solutions of Ammonium Persulphate. Proc. Edinburgh 24, 88—93, 1902.

Ch. Coffignier. Sur la solubilité de quelques résines tendres. Bull. Soc. Chim. (3) 27, 549—555, 1902.

7d. Diffusion.

Felix Kaufler. Ueber die Verschiebung des osmotischen Gleichgewichtes durch Oberflächenkräfte. Wien. Anz. 1902, 194—195.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

F. L. Tufts. The Transmission of Sound through Solid Walls. Sill. Journ. (4) 13, 449—454, 1902.

F. L. Tufts. A photographic study of the air movements near the mouth of an organ pipe. Ann. New York Akad. 14, 109—110, 1902.

Margaret Dickins. Resultant tones and the Harmonic Series. Nature 66, 78, 1902.

Augusto Righi. Sulla produzione di suoni per mezzo delle scariche nei tubi a gas rarefetto e nelle fiamme. Lincei Rend. (5) 11 [1], 352—355, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

Knut Ångström. The mechanical equivalent of the unit of light. Astrophys. J. 15, 223—226, 1902.
H. A. Lorentz. The intensity of radiation and the motion of the earth. Proc. Amsterdam 4, 678—681, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

A. Gleichen. Lehrbuch der geometrischen Optik. B. G. Teubner's Samml. v. Lehrb. auf dem Gebiete der math. Wiss. 8, XIV u. 511 S. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1902.
R. W. Wood. Surface colour. Phys. Rev. 14, 315—318, 1902.
R. W. Wood. The Absorption, Dispersion and Surface-Colour of Selenium. Phil. Mag. (6) 3, 607—622, 1902.
C. Raveau. Sur l'observation de la réfraction conique intérieure ou extérieure. Journ. de Phys. (4) 1, 387—390, 1902.
Allvar Gullstrand. Allgemeine Theorie der monochromatischen Aberrationen und ihre nächsten Ergebnisse für die Ophthalmologie. Acta Upsal. (3) 20, Sectio 2, 204 S.
J. W. Gordon. Diffraction Theory of the Microscope. Roy. Micr. Soc. Journ. 1901, 353—396.
K. Strehl. Ueber die Gauss-Bedingung bei Mikroskopobjectiven. Centralztg. f. Opt. u. Mech. 23, 76—77, 1902.
H. G. Fourcade. A stereoscopic method of photographic surveying. South African Phil. Soc. October 2, 1901. [Nature 66, 139—141, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

R. W. Wood. A Method of Showing the Invisibility of Transparent Objects under Uniform Illumination. Nature 66, 102, 1902.
L. Marchlewski. On colouring matters obtainable by the action of isatin on extracts of isatis tinctoria. Krak. Anz. 1902, 227—230.
H. Kayser. Handbuch der Spectroskopie. 2. XI u. 696 S. Leipzig, Verlag von S. Hirzel, 1902.
Eduard Haschek. Spectralanalytische Studien. 2. Mitth. Wien. Ber. 111 [2 a] 232—243, 1902.
B. Eginitis. Sur la constitution de la matière et la spectroscopie. C. R. 134, 1137—1139, 1902.
C. Piazzi Smith. Does the spectrum-place of the sodium-lines vary in different azimuths? Roy. Soc. Edinburgh, May 5, 1902. [Nature 66, 119, 1902.
P. Zeeman. Some observations on the resolving power of the Michelson echelon spectroscope. Astrophys. J. 15, 218—222, 1902.
Norman Lockyer. On the Spark Discharge from Metallic Poles in Water. Roy. Soc. London, March 6, 1902. [Nature 66, 93—95, 1902.
B. Eginitis. Sur le spectre continu des étincelles électriques. C. R. 134, 1106—1107, 1902.
A. de Gramont. Sur les modifications apportées par la self-induction à quelques spectres de dissociation. C. R. 134, 1205—1207, 1902.
B. Hasselberg. Note on a personal equation in measuring photographic spectra. Astrophys. J. 15, 208—213, 1902.
Louis Bell. On the discrepancy between grating and interference measurements. Astrophys. J. 15, 157—171, 1902.
S. Leduc. Champs de force de diffusion bipolaires. C. R. 134, 1204—1205, 1902.

L. Marchlewski. Phylloporphyrin and Mesoporphyrin, a comparison. Krak. Anz. 1902, 223—226.
R. W. Wood. A Suspected Case of the Electrical Resonance of Minute Metal Particles for Light Waves, — A New Type of Absorption. Univ. Wisconsin Sc. Club, 1. April 1902. [Science (N. S.) 15, 712, 1902.
R. W. Wood. The Absorption, Dispersion, and Surface Colour of Selenium. Phil. Mag. (6) 3, 607—622, 1902.
W. N. Hartley. The absorption spectra of metallic nitrates. Part I. Proc. Chem. Soc. 18, 67—68, 1902.
L. Bier et L. Marchlewski. Absorption of ultra-violet rays by bilirubin, biliverdin, urobilin and proteinchrom. Krak. Anz. 1902, 230—232.
George E. Halle. Selective absorption as a function of wave-length. Astrophys J. 15, 227—228, 1902.
L. Boroschek and F. L. Tufts. A study of the absorption of light by dyes of the fluorescein group. Ann. New York Acad. 14, 146, 1902.

13. Photometrie.

F. Barmwater. Et simpelt Kolorimeter. S.-A. 3 S. Farm. Tidende 12, 177—179, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.
(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Chaumet. L'action de la lumière sur les pierres précieuses. C. R. 134, 1139—1140, 1902.
R. Zachen. Das continuirliche Strahlungsvermögen der radioactiven Substanzen und seine Erklärung. Naturw. Wochenschr. 16, 318, 1901.
E. Rutherford and F. Soddy. The Radio-activity of Thorium Compounds. Part II. The Cause and Nature of Radio-activity. Chem. Soc., May 15, 1902. [Chem. News 85, 261, 1902.
E. Rutherford and Frederick Soddy. The Radio-activity of Thorium Compounds. Chem. News 85, 271—272, 1902.
F. Soddy. The Radio-activity of Uranium. Chem. Soc., May 15, 1902. [Chem. News 85, 262, 1902.
Alfonso Sella. Ricerche di radioattività indotta. III. Lincei Rend. (5) 11 [1], 369—373, 1902.
E. Rutherford u. S. G. Grier. Magnetische Ablenkbarkeit der Strahlen von radioactiven Substanzen. Phys. ZS. 3, 385—390, 1902.
C. T. R. Wilson. On radio-active rain. Cambridge Phil. Soc., May 5, 1902. [Nature 66, 143, 1902.
Alex. de Hemptinne. Ueber die Einwirkung von radioactiven Stoffen auf das Leuchten von Gasen. ZS. f. phys. Chem. 41, 101—102, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

H. Hauswaldt. Interferenzerscheinungen an doppeltbrechenden Krystallplatten im convergenten Polarisationslicht. Magdeburg, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

H. A. Lorentz. The rotation of the plane of polarization in moving media. Proc. Amsterdam 4, 669—678, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

A. Cornu. Détermination des trois paramètres optiques principaux d'un cristal, en grandeur et en direction, par le réfractomètre. Bull. soc. Min. 25, 7—15, 1902.

Ugo Panichi. Flüssige Luft als Erkaltungsmittel bei krystallographisch-optischen Untersuchungen. Centralbl. f. Min. 1902, 321—322.

H. Dufet. Krystallographische und optische Untersuchung der Sulfate von Neodym, Praseodym und Samarium mit $8H_2O$. Bull. soc. Min. **24**, 373—403, 1901.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Giacomo Ciamician und P. Silber. Chemische Lichtwirkungen. III. Mitth. Chem. Ber. **35**, 1992—2000, 1902.

G. Ciamician e P. Silber. Azioni chimiche della luce. Gazz. chim. Ital. **32**, 218—246. 1902.

Meyer Wilderman. On Chemical Dynamics and Statics under the Action of Light. Proc. Roy. Soc. **70**, 66—74, 1902.

Aug. Vautier-Dufour. La Félé-Photographie. Bull. Soc. Vaud. (4) **38**, 29—47, 1902.

Eduard Kuchinka. Neuere Apparate und Verfahren zur Herstellung von Farbenphotographien nach dem Dreifarbenprocesse. Der Mechaniker **10**, 126—127, 1902.

17. Physiologische Optik.

18. Optische Apparate.

A. Cornu. Démonstration et usage des formules relatives au réfractomètre. Bull. soc. Min. **25**, 15—30, 1902.

Fr. Wallerant. Sur un nouveau modèle de réfractomètre. Bull. soc. Min. **25**, 54—56, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

J. A. Erskine. The Conservation of Entropy. Phys. Soc., May 23 1902. [Chem. News **85**, 272, 1902.

J. W. Langelaan. The principle of entropy in physiology. Proc. Amsterdam **4**, 706—713, 1902.

Ph. A. Guye et E. Mallet. Recherches expérimentales sur la mesure des constantes critiques. Arch. sc. phys. et nat. (4) **13**, 462—489, 1902.

H. Kamerlingh Onnes and H. H. Francis Hyndman. Isotherms of diatomic gases and their binary mixtures. II. The determination of density with the piezometer of variable volume for low temperatures. Proc. Amsterdam **4**, 761—767, 1902.

H. Kamerlingh Onnes and H. H. Francis Hyndman. Isotherms of diatomic gases and their binary mixtures. III. The isotherms of Oxygen at 20°0 C., 15°6 C., 0°0 C. Proc. Amsterdam **4**, 767—776, 1902.

H. Kamerlingh Onnes and H. H. Francis Hyndman. Isotherms of diatomic gases and their binary mixtures. IV. The compressibility of Hydrogen at 0°0 C. and 20°0 C., determined by the piezometers with variable volume for low temperatures. Proc. Amsterdam **4**, 776—780, 1902.

W. H. Keesom. Contributions of the knowledge of van der Waals' ψ-surface. VI. The increase of pressure and condensation of a substance with small admixtures. Proc. Amsterdam **4**, 659—668, 1902.

J. P. Kuenen and **W. G. Robson.** The Thermal Properties of Carbon Dioxide and of Ethane. Phil. Mag. (6) 3, 622—630, 1902.

S. Young and Miss **E. C. Fortey.** Vapour Pressures and Specific Volumes of Isopropyl Isobutyrate. Chem. Soc. London 30. April 1902. [Chem. News 85, 233, 1902. Journ. Chem. Soc. 81, 783—786, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

19d. Technische Anwendungen.

Anton Böttcher. Betrachtungen über wärmetheoretische Vorgänge mit besonderer Berücksichtigung von Luft und Dampf als arbeitende Körper in Wärmekraftmaschinen. Verh. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl. 80, 439—449, 1901.

Benno Rülf. Der Regulirvorgang bei Dampfmaschinen. Diss. 15 S. Berlin, Technische Hochschule, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

E. A. Tutton. The Thermal Expansion of Porcelain. Phil. Mag. (6) 3, 631—642, 1902.

James Dewar. Coefficients of the Cubical Expansion of Ice, Hydrated Salts, Solid Carbonic Acid, and other Substances at Low Temperatures. Roy. Soc., May 1 1902. [Nature 66, 88—90, 1902.

E. C. C. Baly and **F. G. Donnan.** The Variation with Temperature of the Surface-tensions and Densities of Liquid Oxygen, Nitrogen, Argon and Carbon Monoxide. Chem. Soc., 15. Mai 1902. [Chem. News 85, 260, 1902.

Beckmann-Thermometer mit Hülfstheilung nach Kühn. Chem. Ztg. 1902, Nr. 31, 1 S.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

H. C. Sherman and **J. F. Snell.** On the Relation of the Heat of Combustion to the specific Gravity in Fatty Oils. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 348—354, 1902.

Adolfo Varali-Thevenet. Calore di soluzione. Rend. Lomb. (2) 35, 434—444, 1902.

L. Pissarjewsky. Thermochemistry of the Action of Hydrogen Peroxide on Vanadates and Pervanadates. J. Russ. Phys. Chem. Soc. 34, 210—216, 1902. [Journ. Chem. Soc. 82. Abstr. II, 326—327, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

A. Pochettino. Sulla influenza dell' elettrizzazione sulla velocità di evaporazione. Lincei Rend. (5) 11 [1], 376—380, 1902.

S. Young. The Correction of the Boiling-points of Liquids from Observed to Normal Pressure. Chem. Soc. London 30. April 1902. [Chem. News 85, 234, 1902.

Sydney Young and **Emily C. Fortey.** Vapour Pressures and Specific Volumes of iso Propyl iso Butyrate. Journ. Chem. Soc. 81, 783—786, 1902. Chem. Soc. London 30. April 1902. [Chem. News 85, 231, 1902.

Sydney Young. The Vapour Pressures and Boiling Points of Mixed Liquids. Part I. Journ. Chem. Soc. 81, 768—776, 1902.

C. Barus. Note on the Size of Nuclei. Sill. Journ. (4) 13, 473, 1902.

die Verflüssigung von Gasgemischen. ZS. f. phys. Chem. 41, 42—51, 1902.

Henri Moissan. Sur une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquéfiés en tubes scellés. Bull. soc. chim. (3) 27, 420—423, 1902.

23. Calorimetrie.

Charles F. Mabery and **Albert H. Goldstein.** On the specific heat and heat of vaporization of the paraffine and methylene hydrocarbons. Proc. Amer. Acad. 37, 539—549, 1902.

W. Longuinine. Rectification des valeurs trouvées pour les chaleurs spécifiques et les chaleurs latentes de vaporisation de quelques substances de la chimie organique à point d'ébullition élevé. Ann. chim. phys. (7) 26, 228—247, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

A. Crichton Mitchell. Convection of Heat by Air-Currents. Roy. Soc. Edinburgh Trans. 40, 39—47, 1901. [Science Abstr. 5, 361, 1902.

A. Stanley Mackenzie. On Some Equations Pertaining to the Propagation of Heat in an Infinite Medium. Amer. Phil. Soc. 1902. [Science (N. S.) 15, 694—695, 1902.

Constant Dutoit. Étude sur les spectres infrarouges et la diathermansie des dissolutions d'iode. Bull. Soc. Vaud. (4) 38, 1—28, 1902.

Robert B. Goldschmidt. Sur les rapports entre la dissociation et la conductibilité thermique des gaz. 42 S. Bruxelles, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

Gustav Jaeger. Ueber das infrarothe Spectrum. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. d. phys. u. chem. Unterr. 7, 96—100, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Fr. Grassi. Magnetismo e elettricità: principi e applicazioni esposti elementarmente. Terza edizione. XV u. 608 S. Milano, Ulrico Hoepli, 1902.

Schumann. Die moderne Elektricitätslehre in elementar-mathematischer Behandlung. Russ. Uebers. v. N. Dershawin. 236 S. St. Petersburg, 1902.

V. A. Julius. Der Ether. Vortrag 3. April. Haarlem, De Erven F. Bohn, 1902. 56 S.

Eduard Riecke. Zeemaneffect und Elektronenladung. Phys. ZS. 3, 406—408, 1902.

P. de Heen. L'iodynamisme. Bull. de Belg. 1902, 20—28, 107—150.

Oliver Heaviside. Eectromagnetic theory. CXXVIII. Electrician 49, 267—269, 1902.

L. Donati. Sui vettori elettromagnetici. Mem. di Bologna (5) 9, 1902.

Gustav Platner. Die Maxwell'sche Theorie der Elektricität und ihre Bedeutung für die Elektrolyse. Elektrotechn. ZS. 9, 55—63, 1902.



G. Giorgi. Rational Units of Electromagnetism. Phys. Soc., May 23 1902. [Chem. News 85, 272, 1902.

G. Morera. Intorno alle oscillazioni elettriche. Cim. (5) 3, 382—386, 1902.

A. Garbasso. Ueber die Entladungen eines Condensators durch zwei parallel geschaltete Drähte. Phys. ZS. 3, 384—385, 1902.

J. A. Pollock and **O. U. Vonwiller.** Some Experiments on Electric Waves in Short Wire Systems, and on the Specific Inductive Capacity of a Specimen of Glass. Phil. Mag. (6) 3, 586—606, 1902.

W. S. Ether waves of any length. Electrician 49, 195, 1902.

Alb. Masini. Sul fenomeno de' radioconduttori. 23 S. Bologna, Regia tip., 1902.

Edson Ray Wolcott. On the sensitiveness of the coherer. Bull. Univ. Wisconsin No. 51. 20 S. 1901.

Edouard Branly. Récepteur de télégraphie sans fil. C. R. 134, 1197—1199, 1902.

Arthur Korn. Ueber ein Verfahren der elektrischen Fernphotographie. Münch. Ber. 1902, 39—41.

Kareis. Neuestes über drahtlose Telegraphie. Centralztg. f. Opt. u. Mech. 23, 77—78, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

Hurmuzescu. Force électromotrice due à la déformation mecanique des électrodes. Ann. scient. Univers. Jassy 2, 63—64, 1902.

27. Elektrostatik.

Pierre Boley. Nouvel électromètre. Journ. de Phys. (4) 1, 384—386, 1902.

G. J. Burch. The capillary electrometer. Electrician 49, 235—236, 1902.

L. Houllevigue. Modèle commode d'électromètre capillaire. Journ. de Phys. (4) 1, 382—383, 1902.

Victor v. Lang. Ueber das elektrostatische Drehfeld. Vierteljahrsber. Wien Ver. z. Förd. des phys. u. chem. Unterr. 7, 110, 1902.

Beattie. On the leakage of electricity from charged bodies at moderate temperatures (part III). Edinburgh Roy. Soc., May 5 1902. [Nature 66, 119, 1902.

C. D. Child. The velocity of ions from hot platinum wires. II. Phys. Rev. 14, 265—279, 1902.

B. Barus. Experiments with Ionized Air. 104 S. Smithsonian Contributions, Washington, Wesley, 1902.

K. R. Johnson. La capacité d'un conducteur pour l'unité de longueur. Öfvers. Kongl. Vetensk.-Akad. Förhandl. Stockholm 59, 53—56, 1902.

Angleo Maresca. Sulla energia svolta dalla scavica oscillante di un condensatore nei tubi a vuoto. Cim. (5) 3, 337—352, 1902.

G. Ercolini. Influenza della durata di carica sulla deformazione dei condensatori. Cim. (5) 3, 353—372, 1902.

28. Batterieentladung.

Jules Semenow. Sur la décharge électrique dans la flamme. C. R. 134, 1199—1201, 1902.

29. Galvanische Ketten.

H. T. Barnes and **H. L. Cooke.** On the inversion of zinc sulphate. Journ. Phys. Chem. 6, 172—177, 1902.

Richard Lorens. Ueber Gasketten. ZS. f. anorg. Chem. 31, 275—278, 1902.

80. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

W. Marek. Bemerkungen betreffend die Benutzung der neueren elektrischen Präcisions-Messinstrumente mit Zeigerablesung. Elektrot. ZS. 23, 447—450, 1902.

A. Bellenot. Un ampèremètre à courant maximum de Wright. C. R. Soc. Neuchâtel, 20 Decb. 1901. [Arch. phys. et nat. (4) 13, 511, 1902.

Josef Loewy. Procédé de la corde vibrante pour la détermination de la fréquence d'un courant sinusoïdal. ZS. f. Elektrotechnik 1901, 597. [L'éclair. électr. 31, 363—367, 1902.

Rudolf Goldschmidt. Apparat zur Aufnahme von Wechselstromcurven. Elektrot. ZS. 23, 496—497, 1902.

H. J. Oosting. Beitrag zum Gebrauch der Braun'schen Kathodenstrahlenröhre. Hand. Nat. en Geneesk. Congres Rotterdam 1901, 55—59.

H. Armagnat. Application des oscillographes à la méthode de résonance. Journ. de Phys. (4) 1, 345—364, 1902.

81. Elektrische Maasse und Messungen.

J. Patterson. On the Change of the Electrical Resistance of Metals when placed in a Magnetic Field. Phil. Mag. (6) 3, 643—656, 1902.

W. F. Barrett. Researches on the Electrical Conductivity and Magnetic Properties of upwards of One Hundred Different Alloys of Iron. Journ. Inst. Electr. Engin. 31, 674—727, 1902.

Rudolf Mewes. Leitungswiderstand bezw -vermögen von Metallen, Legirungen und gelösten Elektrolyten. Elektrochem. ZS. 9, 63—67, 1902.

J. Guinchant. Résistivité des sulfures métalliques. C. R. 134, 1224—1226, 1902.

J. J. Thomson. On the increase in the electrical conductivity of air produced by its passage through water. Cambridge Phil. Soc., May 5 1902. [Nature 66, 143, 1902.

L. C. de Coppet et **W. Muller.** Sur la température du maximum de densité et sur la conductivité électrique de quelques solutions de bromure et iodure de baryum, et de chlorure, bromure et iodure de calcium. C. R. 134, 1208—1209, 1902.

Dawson Turner. The Electrical Resistance of the Blood. Nature 66, 127, 1902.

John S. Townsend. The Conductivity produced in Gases by the aid of Ultra-Violet Light. Phil. Mag. (6) 3, 557—576, 1902.

82. Elektrochemie.

Max Roloff. Die Theorie der elektrolytischen Dissociation. ZS. f. angew. Chem. 15, 525—537, 1902.

J. Stark. Ionenenergie gasförmiger Elemente, metallischer Zustand, Vorzeichen der elektrolytischen Dissociation. Phys. ZS. 3, 403—406, 1902.

Friedrich Kohlrausch. Ueber die Temperaturcoëfficienten der Ionen im Wasser, insbesondere über ein die einwertigen Elemente umfassendes Gesetz. Berl. Ber. 1902, 572—580.

F. Kohlrausch und **H. von Steinwehr.** Weitere Untersuchungen über das Leitvermögen von Elektrolyten aus einwerthigen Ionen in wässeriger Lösung. Berl. Ber. 1902, 581—587.

William T. Mather. New Apparatus for Determining the Relative Velocities of Ions; with some Results for Silver Ions. Amer. Chem. J. 26, 473—491, 1901.

Herman Schlundt. On the relative velocities of the ions in solutions of silver nitrate in pyridine and acetonitrile. Journ. Phys. Chem. 6, 159—171, 1902.

A. Panchaud de Bottens. Ueber die Depolarisation der Wasserstoff-Elektrode durch Körper der aromatischen Reihe. ZS. f. Elektrochem. 8, 332—346, 1902.
Emil König. Beiträge zu dem Problem der elektrochemischen Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom durch Aluminiumelektrolytzellen. Elektrot. ZS. 23, 474—476, 1902.
Jean Billitzer. Elektrische Herstellung von colloïdalem Quecksilber und einigen neuen colloïdalen Metallen. Chem. Ber. 35, 1929—1935, 1902.
E. Bindschedler. Beitrag zur Elektroanalyse des Quecksilbers. ZS. f. Elektrochem. 8, 329—332, 1902.
S. B. Christy. The Electromotive Force of Metals in Solutions of Cyanides. Amer. Chem. Journ. 27, 345—420, 1902.
Theodor Akerberg. Ueber die Geschwindigkeit der elektrolytischen Zersetzung von Oxalsäure bei Gegenwart von Schwefelsäure. ZS. f. anorg. Chem. 31, 161—190, 1902.
Jean Billitzer. Elektrochemische Studien an Acetylen. Monatshefte f. Chem. 23, 199—216, 1902.
O. Brunck. Die elektrolytische Bestimmung des Wismuths. Chem. Ber. 35, 1871—1873, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

R. Straubel. Versuche über den elektrocalorischen Effect beim Turmalin. S.-A. 4 S. Gött. Nachr. 1902.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

Henry E. Armstrong. The Conditions determinative of Chemical Change and of Electrical Conduction in Gases, and on the Phenomena of Luminosity. Proc. Roy. Soc. 70, 99—109, 1902. Chem. News. 85, 253—254, 1902.
S. A. Berti. Fenomeni luminosi su elettrodi di alluminio e di magnesio. L' Elettricista 11, 1, 1902. [Journ. de Phys. (4) 1, 408, 1902.
Ch. Féry. Sur la température de l'arc électrique. C. R. 134, 1201—1204, 1902.
Max v. Recklinghausen. Ueber die Quecksilberdampf-Lampe von P. C. Hewitt. Elektrot. ZS. 23, 492—496, 1902.
E. Goldstein. Ueber Kathodenstrahlen von geringem Entladungspotential. Verh. D. Phys. Ges. 4, 204—211, 1902.
O. Lehmann. Der dunkle Kathodenraum. S.-A. Verh. Naturw. Ver. Karlsruhe 15, 1902, 53 S.
Nicolaus Hehl. Ueber die Dimensionen der Gebilde an der Kathode. 33 S. Diss. Erlangen, 1902.
H. Starke. Erwiderung auf die kritischen Bemerkungen des Hrn. J. Stark bezüglich der Arbeit: Austin-Starke, Ueber Kathodenstrahlreflexion. Verh. D. Phys. Ges. 4, 212—224, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

F. Campanile und G. di Ciommo. Ueber eine Eigenthümlichkeit, welche Dämpfen durch X-Luft mitgetheilt wird. Phys. ZS. 3, 382—384, 1902.

36. Magnetismus.

Victor Berghoff. Die Lehre vom Magnetismus auf Grundlage der Kraftlinientheorie als Lehrgang für die Oberstufe. 23 S. Progr. Nr. 548 Städtische Oberrealschule Düsseldorf, 1902.

H. E. J. G. du Bois. Magneto-kinetische Kreisel, zur Nachahmung von para- und diamagnetischen Erscheinungen. Handl. Ned. Nat. u. Geneesk. Congres, Rotterdam 1901, 59—64.

C. C. Trowbridge. A differential astatic magnetometer suggested by Professor Rood. Ann. New York Acad. **14**, 130—131, 1902.

C. Benedicks. Untersuchungen über den Polabstand magnetischer Cylinder. S.-A. Bih. Svenska Vet.-Akad. Handl. **27** [1], Nr. 5, 23 S., 1902.

James Russell. Magnetic Shielding in Hollow Iron Cylinders. Proc. Edinburgh **24**, 94—96, 1902.

Bruce Hill. Ueber das magnetische Verhalten der Nickel-Kupfer- und Nickel-Zinnlegirungen. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 194—203, 1902.

Fr. Wallerant. Ueber die Magnetisirung der Krystalle. Bull. soc. Min. **24**, 404—422, 1901.

K. Honda, S. Shimizu und **S. Kusakabe.** Aenderung des Torsionsmoduls ferromagnetischer Substanzen in Folge von Magnetisirung. Phys. ZS. **3**, 381—382, 1902.

K. Honda, S. Shimizu und **S. Kusakabe.** Veränderung des Elasticitätscoëfficienten ferromagnetischer Substanzen in Folge von Magnetisirung. Phys. ZS. **3**, 380—387, 1902.

K. Honda und **S. Shimizu.** Längenveränderung ferromagnetischer Drähte in Folge von Magnetisirung bei constanter Spannung. Phys. ZS. **3**, 378—380, 1902.

Ascoli. Sur la construction des aimants permanents. L'Elettricista **10**, 255, 1901. [L'éclair. électr. **31**, 373—374, 1902.

H. Meldau. Die Ablenkung des Compasses an Bord der Eisenschiffe. Phys. ZS. **3**, 391—395, 1902.

Rudolf Richter. Vorschlag zu einem neuen Eisenprüfapparat. Elektrot. ZS. **23**, 491—492, 1902.

J. Liznar. Ueber die Beziehung zwischen dem Temperatur- und Inductionscoëfficienten eines Magnetstabes und seinem magnetischen Momente. Meteorol. ZS. **19**, 220—223, 1902.

Quirino Majorana. Su due nuovi fenomeni magneto-ottici osservati normalmente alle linee di forza. Lincei Rend. (5) **11** [1] 374—376, 1902.

S. Sano. Ueber Magnetostriction von Krystallen ohne Hysteresis. Phys. ZS. **3**, 401—403, 1902.

G. F. C. Searle and **T. G. Bedford.** Measurement of Magnetic Hysteresis. Phil. Trans. **198**, 33—104, 1002. [Science Abstr. **5**, 376—377, 1902.

G. F. C. Searle. The ballistic measurement of Hysteresis. Electrician **49**, 100—103, 219—222, 1902.

M. J. Pupin. The Law of Magnetic Hysteresis. Ann. Phil. Soc. 1902. [Science (N. S.) **15**, 695, 1902.

M. Schenkel. Beitrag zur Kenntniss des Verhaltens der rotirenden Hysteresis. Elektrot. ZS. **23**, 429—430, 1902.

M. J. Pupin. Energy dissipation in a weak magnetic field. Ann. New York Acad. **14**, 156—157, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

W. M. Thornton. The distribution of magnetic flux in large electromagnets. Electrician **49**, 229—231, 1902.

A. Righi. Ueber die Frage des durch die elektrische Convection erzeugten Magnetfeldes und über andere ähnliche Fragen. Phys. ZS. **3**, 409—414, 1902.

R. W. Wood. Intelligence and Miscellaneous Articles. The Production of a Magnetic field by a flight of charged particles. Phil. Mag. (6) **3**, 659—660, 1902.

Bergen Davis. Some preliminary experiments on the motion of ions in a varying magnetic field. Science (N. S.) **15**, 853—856, 1902.

38. Elektrodynamik. Induction.

A. Garbasso. Sopra una quistione di elettrodinamica. Cim. (5) **3**, 372—382, 1902.

Eugène Bloch. Sur la bobine d'induction. Ann. chim. phys. (7) **26**, 197—212, 1902.

Lord **Rayleigh.** Sur la bobine d'induction. Ann. chim. phys. (7) **26**, 178—197, 1902.

James Edmund Ives. Contributions to the study of the induction coil. Phys. Rev. **14**, 280—314, 1902.

T. Mizuno. On an inductive circuit with a harmonically varying resistance. Electrician **49**, 222, 1902.

39. Vermischte Constanten.

De Forcrand et Fonzes-Diacon. Sur quelques propriétés physiques de l'hydrogène telluré. C. R. **134**, 1209—1212, 1902.

Arthur Gamgee. On Certain Chemical and Physical Properties of Haemoglobin. Proc. Roy. Soc. **70**, 79—83, 1902.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

B. Borchardt. Die Entstehung und Bildung des Sonnensystems. gr. 8. 44 S., m. 6 Abbildungen. Odenkirchen, 1902.

Wärmestrahlung von Arktur, Vega, Jupiter und Saturn. Astrophys. J. 13, 101, 1901. Ref.: Met. ZS. 19, 5, 216, 1902.

W. H. M. Christie. Results of the spectroscopic and photographic Observations made at the Roy. Observatory, Greenwich, in the year 1899. London, 1902, roy. 4.

W. H. M. Christie. Results of the astronomical Observations made at the Roy. Observatory, Greenwich, in the year 1899. London, 1902, roy. 4.

1 B. Planeten und Monde.

G. H. Bryan. The Kinetic Theory of Planetary Atmospheres. Nature 66, 1698, 54, 1902.

M. W. Meyer. Der Untergang der Erde und die kosmischen Katastrophen. Betrachtungen über die künftigen Schicksale unserer Erdenwelt. Berlin, 1902. 8.

C. T. Whitmell. Saturn visible through the Cassini Division. Astr. Nachr. 159, 3793, 10—11, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

J. Hartmann. Spectrographische Geschwindigkeitsmessungen an Gasnebeln. Berl. Sitzber. 11, 12, 237—244, 1902.

H. C. Vogel. Ueber die Bewegung des Orionnebels im Visionsradius. Berl. Sitzber. 13, 14, 15, 259—266, 1902.

Alexander W. Roberts. Certain considerations regarding Algol Variation, with special reference to C. P. D. — 41°. 4511. Proc. roy. soc. Edinburgh 24, 2, 71—84, 1902.

W. E. Wilson. The Nebulae surrounding Nova Persei. Sc. Proc. roy. Dublin Soc. 1902. 8. 3 S.

1 D. Die Sonne.

J. Halm. A new Solar Theory. Nature 65, 351—354.

W. E. Wilson. The effective Temperature of the Sun. Proc. roy. soc. London 69, 312—320.

H. Deslandres. Sur la force répulsive et les actions électriques émanées du Soleil. Application aux nébuleuses. C. R. 134, 20, 1134—1136, 1902.

J. Liznar. Ueber eine 33jährige Periode der Sonnenflecken. Met. ZS. 19, 5, 237—238, 1902.

Sir **Norman Lockyer.** Total eclipse of the Sun, may 28, 1900. Account of the observations made by the solar physics observatory eclipse expedition and the officers and men of H. M. S. Theseus at Santa Pola, Spain, 1902. London. 1 fasc. in 4°.

W. H. Julius, J. H. Wilterdink, and **A. A. Nijland.** Preliminary report of the Dutch Expedition to Karang Sago (Sumatra) for the Observation of the Total Solar Eclipse of May 1901. Amsterdam, 1902.

Jean Binot. Photographies de la couronne solaire prises à l'île de la Réunion pendant l'éclipse du 17 Mai 1901. C. R. 134, 19, 1096—1097, 1902.

Mrs. Walter Maunder. The Polar rays of the Corona. Scientific American Supplement. New York 53, 21887.

1 E. Kometen.

J. Halm. On Prof. Arrhenius' Theory of Cometary Tails and Aurorae. Nature 66, 1698, 54—56, 1902.

1 F. Meteore und Meteoriten.

W. H. Hobbs. A Meteoric Iron. Science 15, 386, 826, 1902.

E. Cohen. Das Meteoreisen von N'Goureyma unweit Djenne, Provinz Macina, Sudan. Mitth. naturw. Ver. f. Neu-Pommern u. Rügen 33, 15 S., m. 3 T. 1901.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Augusto Arcimis. Meteorologia. Barcelona, M. Soler (1901). kl 8°. 198 S.

W. Trabert. Meteorologie. 2 Auflage. Leipzig, Göschen, 1901. kl. 8°. 148 S. 7 Taf.

Luigi di Marchi. Note di meteorologia matematica. 2 Theile. 8°. 20, 10 S. S.-A. Rendi conti d. R. Ist. Lombardo Ser. II. 35, 1902.

Charles Rabot. L'hiver en Norvège. La Nature 30, 154.

Albert Matthews. The Term Indian Summer. Month. Weather Rev. 30, 2, 69—79, 1902.

J. Schneider. Ueber die Verzögerung des Frühlingseintrittes mit wechselnder geographischer Breite. Met. ZS. 19, 5, 237, 1902.

E. Ihne. Etwas vom Frühling. 8°. S.-A. Natur u. Schule. I S. 137—162, 1902.

Alfred J. Henry. The Weather of the Month. Month. Weather Rev. 30, 2, 87—89, 1902.

Uebersicht über die Witterung in Central-Europa im März 1902. Das Wetter 19, 5, 109—110, 1902.

Die nördlichste Station des Canadischen Beobachtungsnetzes. Met. ZS. 19, 5, 215—216, 1902.

Observations faites à l'Observatoire météorologique de l'Institut agronomique de Moscou 1900. Moscou, 1901. 8°. 25, 72 S.

H. Stade. Stündliche Werthe für Bewölkung, Luftdruck und Temperatur auf dem Brocken im Jahre 1897. Berlin, 1902. 4°. 23 Bl. S.-A. Ergeb., Beob., Stat. II. und III. Ord. im Jahre 1897.

Alex. B. MacDowall. Scientific Work of the German Antarctic Expedition. Nature 65, 378—379.

H. Mohn. Jahrbuch des Norwegischen Meteorologischen Instituts für 1901. Christiania, 1902. 4°. 12, 122 S.

Annaes do Observações dos postos meteorologicos. Anno de 1899. Lisboa, 1901. Oblong. 33 S. 1 Bl.

Annaes do Observatorio do Infante D. Luiz, 1899. 37. Lisboa, 1901. Fol. 139 S.

Don Viniegra. Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Seccion 2ª. Observationes meteorológicas, magnéticas y seismicas. Año 1899. San Fernando, 1900. Fol. 2 Bl. 8. 133, 17, 2 S. 2 Bl. 37 S. 2 Taf. Der Appendix enthält eine Zusammenstellung der Regenbeobachtungen von 1805 bis 1899.

Stefan C. Hepites. Analel Institutului meteorologic al Romaniei. tomul 15. anul 1899. Bucarest-Paris, 1901. 1 vol. in 4°.

Stefan C. Hepites. Buletinul lunar al observatiunilor meteorologice din Romania. anul 10. 1901. Bucarest, 1900—1901; 2 fasc. in 4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, année 1901. 29 année. Montpellier, Sure et Roumégous, 1902. 1 fasc. in 4°.

Meteorologisch Jaarboek voor 1899. Uitgegeven door het Kon. Nederlandsch Meteorologisch Instituut. 51. Jaargang. Utrecht, 1902. 4°. 23, 251 S.

W. H. M. Christie. Results of the magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1899. Edinburgh, 1901. 4°. 4 Bl. 60, 117 S., 7 Taf.

W. H. M. Christie. Astronomical, magnetical and meteorological Observations made at the Roy. Observatory, Greenwich, in the year 1899. London, 1902. roy. 4.

Stonyhurst College Observatory. Results of meteorological and magnetical observations 1901. Clitheroe, 1902. 8°. 6, 78 S.

W. v. Bezold. Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1901. Preussen und benachbarte Staaten. Herausgegeben vom K. Preuss. Meteorologischen Institut. Heft 1. Berlin, 1902. gr. 4. 62 S.

V. Kremser. Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung im Jahre 1897. Ver. Kgl. Preuss. Inst. 3, 1897. Berlin, 1902.

Beobachtungen des Tifliser Physikalischen Observatoriums im Jahre 1898. Tiflis, 1901. 4°. 2 Bl. 6, 35, 208 S.

H. Duchaussoy. Observations météorologiques de Victor et Camille Chandon de Montdidier. Amiens, 1902. 8°. 2 Bl. 593 S. 1 Porträt. S.-A. Mém. d. l. Soc. Linnéenne du Nord de la France 10, 1899, 1902.

H. Duchaussoy. Observations météorologiques de Victor et Camille Chandon de Montdidier. 4°. S.-A. Annales du Bur. C. Met. de France 1901. Mém. B. S. 65—91.

H. Duchaussoy. L'année météorologique à Amiens 1899/1900. Amiens, 1901. 8°. 17 S.

Observations météorologiques faites à la Station météorologique du Champ-de-l'Air. Institut Agricole de Lausanne 15, 1901.

v. Danckelman. Meteorologische Beobachtungen zu Swakopmund, tropische Westküste von Südafrika. Met. ZS. 19, 5, 213—214, 1902.

J. Milne. Meteorological Phenomena in relation to Changes in the Vertical. Quart. J. 28, 9—18.

A. Lawrence Rotch. The Exploration of the Atmosphere at Sea by means of Kites. Quart. J. 28, 1—8.

C. H. Claudy. The Kite in Meteorology. American Inventor. Washington 8, 14, 1—3.

Wilhelm Foerster. Die neueren wissenschaftlichen Ergebnisse der Luftschiffahrt. Mitth. Ver. Freund. Astr. kos. Phys. 12, 5, 49—54, 1902.

H. Hergesell. Vorläufiger Bericht über die internationale Ballonfahrt am 6. Februar 1902. Met. ZS. 19, 5, 211—212, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

Th. Moureaux. Sur la pluie d'encre du 7 mai 1902. C. R. 134, 19, 1107—1108, 1902.

R. Palleske. Rother Schnee in Schweden. Globus 81, 22, 358, 1902.

W. E. Wilson. Dust Showers on the Southwest of England. Symons's Met. Mag. 37, 1—4.
A. E. Verrill. A Mud Shower. Science 15, 387, 872, 1902.
F. C. Constable. Mont Pelée and After Glow. Nature 66, 1699, 79, 1902.
William J. S. Lockyer. Mont Pelée Eruption and Dust Falls. Nature 66, 1698, 53, 1902.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

Alex. B. MacDowall. Brückner's Cycle and the Variation of Temperature in Europe. Nature 66, 1699, 77—78, 1902.
W. Trabert. Isothermen von Oesterreich. Ref.: Met. ZS. 19, 5, 244—247, 1902. Wien, C. Gerold, 1901. 118 S. 6 Taf. S.-A. Denkschr. d. Math-Naturw. Kl. d. k. Akad. Wiss. 73.
Februarkälte in England. Met. ZS. 19, 5, 238—239, 1902.
W. Bührer. Ueber den Einfluss der Schneedecke auf die Temperatur der Erdoberfläche. Met. ZS. 19, 5, 205—211, 1902.
Temperature Tables for the British Islands. Daily Means for the thirty years 1871 to 1900 with diagrams and additional tables. Published by the authority of the Meteorological Council. London, 1902. 4°. 14, 120 S., 6 Taf.
R. A. Edwin. Registration of Bright Sunshine at Royal Alfred Observatory, Mauritius. Quart. J. 28, 39.
Knut Ångström. Intensité de la Radiation Solaire à différentes Altitudes recherches faites à Ténériffe 1895 et 1896. Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis 20, 1, 1—47, 1901.
Felix M. Exner. Langley's neuere Untersuchungen der ultrarothen Sonnenstrahlung. Met. ZS. 19, 5, 200—205, 1902.
Sonnenschein zu Kimberley. Met. ZS. 19, 5, 212, 1902.
J. Hann. Dauer des Sonnenscheins auf Mauritius. Met. ZS. 19, 5, 223—224, 1902.

2D. Luftdruck.

H. Helm Clayton. The daily Barometric wave. Science 15, 232.
Börnstein. Stündliche Luftdruckwerthe zu Berlin im Jahre 1897. Ver. Kgl. Preuss. Met. Inst. S.-A. Ergeb. Beob. Stationen II. und III. Ord. 1897. 1902.

2E. Winde und Stürme.

R. A. Edwin. Wind Force and Tornadoes. Quart. J. 28, 40—41.
C. H. Claudy. Wind Velocity and Direction. American Inventor. Washington 8, 13, 1—3.
Stürmische Bora in der Nord-Adria am 31. Januar und 1. Februar 1902. Met. ZS. 19, 5, 230—233, 1902.
Staubtrombe bei Zehlendorf. Das Wetter 19, 5, 117—118, 1902.
A. Benteli. Kleine Föhnstudie. Mitth. Naturf. Ges. Bern. 1500—1518. S. VIII. 1901.
R. A. Edwin. Barograph Trace during Typhoon. August 2—3, 1901. Quart. J. 28, 39—40.

2F. Wasserdampf.

2G. Niederschläge.

Ed. Brückner. Der Ursprung des Regens. Das Wetter 19, 5, 110—117, 1902.
Jansson. Sur la conductibilité calorifique de la neige. J. de Phys. 1 (4), 121—122.

Arthur H. Bell. The flight of a Hailstone. Scient. Amer. Supp. New York 53, 21903—21904.

Gaston Féral. Observations météorologiques sur les pluies générales et les tempêtes. Albi 1897. 1 fasc. in-8°.

Stefan C. Hepites. Sur le régime des pluies en Roumanie. Extr. des Procès-verbaux et Mémoires du Congrès international de Météorologie. Paris, 1901.

G. Hellmann. Regenkarte der Provinz Sachsen und der Thüringischen Staaten. Berlin, D. Reimer.

C. H. Claudy. Precipitation on Mountain Slopes. Geogr. J. London. 19, 192—194.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

P. J. Kirkby. On the Electrical Conductivities produced in Air by the Motion of Negative Ions. Phil. Mag. 3, 212—225.

J. Elster. Messungen des elektrischen Potentialgefälles auf Spitzbergen und Juist. 8°. S.-A. Terrestr. Magnetism. 1902. S. 9—15.

Selim Lemström. Sur la mesure des courants électriques de l'atmosphère par des appareils à pointes. Helsingfors, 1900. 1 fasc. in 4°.

F. Linke. Bemerkung zu meiner Mittheilung: „Ueber die Bedeutung auf- und absteigender Luftströme für die atmosphärische Elektricität." Ann. d. Phys. (4) 8, 479, 1902.

Hertha Ayrton. Note on Electric Charging and Discharging at a Distance. Nature 65, 390.

Julius Assmann sen. Gewitternasen. Das Wetter 19, 5, 118—119, 1902.

F. Pockels. Weitere Beobachtungen über die magnetisirende Wirkung von Blitzentladungen. Phys. ZS. 3, 2, 22—23, 1901.

J. Fényi. Ueber ein Gewitter-Signalapparat. Met. ZS. 19, 5, 340—341, 1902.

G. Folgheraiter. Ueber die Richtung der elektrischen Strömung in Blitzen. Met. ZS. 19, 5, 217, 1902.

R. A. Edwin. Damage by Lightning at Higher Brookland, Devon, June 30, 1901. Quart. J. 28, 27—28.

L. Schwarz. St. Elmsfeuer. Das Wetter 19, 5, 118, 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

Nils Ekholm. Die Extinktion des Lichtes im Weltall. Met. ZS. 19, 5, 242—244, 1902.

W. v. Zehender. Ueber optische Täuschung, mit besonderer Berücksichtigung der Täuschung über die Form des Himmelsgewölbes und über die Grössenverhältnisse der Gestirne. Leipzig. ZS. Physiol. Sinnesorg. 1902. gr. 8. 3 u. 121 S. m. Holzschnitten.

F. A. R. Russell. Further Observations and Conclusions in relation to Atmospheric Transparency. Quart. J. 28, 19—27.

T. C. Porter. A remarkable Solar Halo. Nature 66, 1699, 76—77, 1902.

W. J. Herschel. Sun-pillar (?). Nature 66, 1699, 77, 1902.

Besonders farbenprächtiger Sonnenuntergang. Met. ZS. 19, 5, 241—242, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

R. A. Edwin. On the Mechanical Principle of Atmospheric Circulation. Quart. J. 28, 33.

V. Bjerknes. Circulation relativ zu der Erde. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. Stockholm 10, 739—757, 1901.

Frank H. Bigelow. Studies on the Statics and Kinematics of the Atmosphere in the United States. Month. Weather Rev. 30, 2, 80—87, 1902.

J. W. Sandström. Ueber die Beziehung zwischen Luftbewegung und Druck in der Atmosphäre unter stationären Verhältnissen. Öfversigt af Kongl. Vetens. Akad. Förhand. 3, 87—103. Stockholm, 1902.
J. W. Sandström. Ueber die Beziehung zwischen Temperatur und Luftbewegung in der Atmosphäre unter stationären Verhältnissen. Öfversigt af Kongl. Vetens. Akad. Förhand. 10, Stockholm, 759—774, 1901.
V. Bjerknes. Bemerkungen zu der vorhergehenden Abhandlung von Sandström. Öfversigt af Kongl. Vetens. Akad. Förhand. 10, 775—777, 1901. Stockholm.

2 M. Praktische Meteorologie.

Rauch als Schutzmittel gegen Spätfröste. Met. ZS. 19, 5, 216, 1902.
Hugh Clements. Weather Prediction, being a coronation year discovery, by which any intelligent person may calculate the daily height of the barometer, by the phases of the moon. London, 1902. kl. 8°. 22 S.
E. B. Garriott. Forecasts and warnings. Month. Weather Rev. 30, 2, 61—62, 1902.
R. Börnstein. Wetterdienst. Das Wetter 19, 5, 119—120, 1902.

2 N. Kosmische Meteorologie.

A. Wolfer. Die Wolf'schen Tafeln der Sonnenfleckenhäufigkeit. Met. ZS. 19, 5, 193—200, 1902.
Alex. B. McDowall. Einfluss des Mondes auf den Regenfall. Met. ZS. 19, 5, 239, 1902.
Alex. B. MacDowall. The Moon and Thunderstorms. Nature 65, 367.

2 O. Meteorologische Apparate.

S. Gilbert Ram. The Origin of the Scale of Fahrenheit's Thermometer. Nature 65, 391.
P. Chappuis. Notes on Gas-Thermometry. Phil. Mag. 3, 243—247.

2 P. Klimatologie.

James Berry. Climate and Crop Service. Month. Weather Rev. 30, 2, 64—67, 1902.
Friedrich Treitschke. Beiträge zur Klimatologie von Thüringen. Ref. Met. ZS. 19, 5, 233—237, 1902.
Grohmann. Die klimatischen Verhältnisse des Königreichs Sachsen in ihrer Abhängigkeit von Luftdruck und Windursprung. (Fortsetzung.) Wetter 19, 5, 97—108, 1902.
Hans Maurer. Zur Klimatologie von Deutsch Ostafrika. Aus Arch. dtsch. Seewarte 2, 33 S. gr. 4°. Hamburg, 1901. L. Friedrichsen u. Co.
Curtis J. Lyons. Hawaiian Climatological Data. Month. Weather Rev. 30, 2, 67—68, 1902.
Stefan C. Hepites. Climatologie du littoral roumain de la mer Noire. Liége 1901. 1 fasc. in-8°.
Zum Klima von Abessinien. Met. ZS. 19, 5, 242, 1902.
Klima von Rosario und Fisherton. Met. ZS. 19, 5, 217—219, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

F. R. Helmert. Dr. Hecker's Bestimmung der Schwerkraft auf dem Atlantischen Ocean. Berl. Sitzber. 8, 9, 126—129, 1902.

Karl Koss u. Emerich Graf Thun-Hohenstein. Kimmtiefen-Beobachtungen zu Verudella. Denksch. Wien. Akad. Wissensch. 70, 347—428, 1901.

F. R. Helmert. Ueber die Reduction von Lothabweichungen auf ein höher gelegenes Niveau. Stuttgart. ZS. Vermess.-Wes. 1902. gr. 8. 7 S.

M. Haid. Die modernen Ziele der Erdmessung. Rektoratsrede d. Grossh. Technischen Hochschule Karlsruhe, 9. Nov. 1901. Lex.-8°. 20 S. Karlsruhe, Braun'sche Hofbuchdruckerei, 1901.

F. R. Helmert. Bericht über die Thätigkeit des Centralbureaus der erdmagnetischen Erdmessung. Veröffentlichungen des Centralbureaus der internationalen Erdmessung. Neue Folge Nr. 5. Berlin, 1902. 4. 31 S.

Giac. Genovino. Le attrazioni del sole e della luna sul rigonfiamento equatoriale della terra e la precessione degli equinozi e la mutazione dellasse terrestre che esse producono. Firenze, tip. di Salvadore Landi, 1902. 8°. 24 S.

Major **G. G. Burrard.** Mountain Masses and Latitude Determinations. The Attractions of the Himalaya Mountains upon the Plumb-line in India. Considerations of recent Data. Royal Engineers, Superintendent Trigonometrical Surveys. S. 7 + 115 (Dehra Dun, 1901).

A. Marcuse. Die neuere Entwickelung der geographischen Ortsbestimmungen. ZS. Ges. Erdk. Berlin 36, 6, 255—276, mit 1 Taf. 1902.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

R. A. Edwin. Observations of the Edinburgh Rock Thermometers. Quart. J. 28, 41.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

Michel Lévy. Sur la composition des cendres projetées le 3 mai 1902 par la Montagne Pelée. C. R. 134, 20, 1123—1124, 1902.

Henry Helm Clayton. The vulcanic eruption in Martinique and possibly coming brilliant sky glows. Science 15, 3, 85, 791—792, 1902.

Norman Lockyer. The volcanic eruptions in the West Indies. Nature 66, 1699, 79—80, 1902.

J. Milne. The recent volcanic eruptions in the West Indies. Nature 66, 1698, 56—58, 1902.

A. E. Verrill. Causes of the sudden destruction of life in the Martinique volcanic eruption. Science 15, 386, 824, 1902.

3 F. Erdbeben.

Wilhelm Branco. Wirkungen und Ursachen der Erdbeben. Ref. Naturw. Rdsch. 17, 23, 285—289, 1902.

Michel Lévy. Sur le tremblement de terre du 6 mai 1902. C. R. 134, 19, 1087—1088, 1902.

M. Contarini. Sul problema generale della sismografia, Nota 1, Atti Rendi dei Lincei 11, 9, 380—386, 1902.

R. F. Stupart. The Guatemala earthquake waves observed in Canada. Science 15, 387, 873—874, 1902.

3 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Nicolangelo Proto-Pisani. Sull' origine della Bussola, Portici 1901. 8°. 14. 56 S.

J. Liznar. Ueber die Beziehung zwischen dem Temperatur- und Inductions-Coëfficienten eines Magnetstabes und seinem magnetischen Momente. Met. ZS. 19, 5, 220—223, 1902.

V. Raulin. Variation séculaire du magnétisme terrestre. Extr. des Ann. Chim. Phys. (7) 25, 1902. 1 fasc. in-8°.

L. A. Bauer. Magnetic disturbance at time of eruption Mont Pelée. Science 15, 387, 873, 1902.

Th. Moureaux. Sur une perturbation magnétique observée le 8 mai. C. R. 134, 19, 1107, 1902.

Magnetische Landesaufnahme der Vereinigten Staaten. Met. ZS. 19, 5, 214—215, 1902.

A. Schuck. Magnetische Beobachtungen an der deutschen Ostseeküste. II a Tafeln, auch zu Magnetische Beobachtungen an der Hamburger Bucht, sowie Jährliche Aenderung der Elemente des Erdmagnetismus an festen Stationen Europas in den Jahren 1895—1900. Hamburg, Selbstverlag, 1902. 4°. 14 S. 10 Taf.

Stefan C. Hepites. Levé magnétique de la Roumanie. Extr. des Procès-verbaux et Mémoires du Congrès international de Météorologie. Paris, 1901.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Pilot Charts. Nature, Februar 1902, S. 398. Ref.: Met. ZS. 19, 5, 239—240, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

H. C. Frankenfield. Rivers and floods. Month. Weather Rev. 30, 2, 63—64, 1902.

Alfred J. Henry. Wind Velocity and Fluctuations of Water Level on Lake Erie. U. S. Department of Agriculture Weather Bureau 262. Washington 1—22, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Hans Hess. Zur Mechanik der Gletschervorstösse. Petermann's Mitth. 48, 5, 113—114, 1902.

E. R. Buckley. Ice Ramparts. With a discussion by Prof. C. R. Van Hise. S. A. aus Trans. of the Wisconsin A. of Sc., Arts and Letters 13.

Ed. Brückner. Die Eiszeiten in der Schweiz. Mitth. Naturf. Ges. Bern, 1500—1518, Seite VI, 1901.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **15. Juli 1902.** **Nr. 13.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik“ soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 13 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 19. Juni bis 2. Juli 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik“ enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

J. H. Nancarrow. Elementary Science; a Course of Elementary Physics and Chemistry. 312 S. London, Holland, 1902.

Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte. 73. Versammlung zu Hamburg, 22. bis 28. September 1901. Herausgegeben im Auftrage des Vorstandes und der Geschäftsführer von Albert Wangerin. 2 [1] Naturwissenschaftliche Abtheilungen. X u. 297 S. Leipzig, Verlag von F. C. W. Vogel, 1902.

1b. Maass und Messen.

H. Andriessen. Das absolute Maasssystem. Unterrbl. f. Math. u. Naturw. 8, 50—58, 1902.

R. S. Woodward. Measurement and Calculation. Science (N. S.) 15, 961—971, 1902.

E. F. van de Sande Bakhuyzen. On the yearly periodicity of the rates of the Standard-clock of the observatory at Leiden, Hohwü Nr. 17. Proc. Amsterdam 5, 68—91, 1902.

S. Riefler. Nickelstahl-Compensationspendel. 12 S. München, 1902. [ZS. f. Instrkde. 22, 196—197, 1902.

C. Pulfrich. Ueber einen für metronomische und andere Zwecke bestimmten stereoskopischen Comparator. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 38, 1901.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

R. Heger. Energetik im Unterricht. Unterrbl. f. Math. u. Naturw. 8, 58—61, 1902.

Francis G. Benedict u. Charlotte R. Manning. Eine chemische Methode zur Erzeugung von Vacuis. Amer. Chem. J. 27, 340—345, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 1391.

Chas R. Darling. A simple method of collecting solid carbon dioxide for lecture purposes. Chem. News 85, 301—302, 1902.

2. Dichte.

3. Physikalische Chemie.

Geoffrey Martin. Valency and radio-activity. Chem. News 85, 310—311, 1902.

Alexander Findlay. Vorläufige Mittheilung über eine Methode zur Berechnung von Löslichkeiten und Gleichgewichtsconstanten chemischer Reactionen und über eine Formel für die latenten Verdampfungswärmen. ZS. f. phys. Chem. 41, 28—36, 1902.

Wilhelm Vaubel. Ueber die Moleculargrösse des flüssigen Wassers und das Ostwald'sche Verdünnungsgesetz. ZS. f. angew. Chem. 15, 395—398, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 1, 1346.

Sydney Young and Emily C. Fortey. The Properties of Mixtures of the Lower Alcohols with water. Journ. Chem. Soc. 81, 717—739, 1902.

Sydney Young and Emily C. Fortey. The Properties of Mixtures of the Lower Alcohols with Benzine and with Benzine and Water. Journ. Chem. Soc. 81, 739—752, 1902.

J. D. van der Waals. Ternary systems. Proc. Amsterdam 5, 1—21, 1902.

A. A. Noyes u. G. V. Sammet. Vorlesungsversuche zur Veranschaulichung verschiedener Typen von katalytischen Wirkungen. ZS. f. phys. Chem. 41, 11—27, 1902.

S. Tanatar. Katalyse des Hydrazins. ZS. f. phys. Chem. 41, 37—42, 1902.

Alexandre de Hemptinne. Sur la formation de l'ozone par les effluves électriques. Bull. de Belg. 1901, 612—631.

3a. Krystallographie.

E. von Federow. Theorie der Krystallstructur. II. Theil. Reticuläre Dichtigkeit und erfahrungsgemässe Bestimmung der Krystallstructur. ZS. f. Kryst. 36, 209—233, 1902.

G. Cesàro. Des systèmes homogènes. Généralisation d'un théorème de la théorie des réseaux. Bull. de Belg. 1901, 303—319.

C. Viola. Beitrag zur Zwillingsbildung. ZS. f. Kryst. 36, 234—244, 1902.

Karl Schaum u. Friedrich Schoenbeck. Unterkühlung und Krystallisation von Schmelzflüssen polymorpher Stoffe. Ann. d. Phys. (4) 8, 652—662, 1902.

Thomas Andrews. On Microscopic Effects of Stress on Platinum. Roy. Soc. London, Mai 15, 1902. [Nature 66, 213, 1902.

J. L. C. Schröder van der Kolk. Over hardheid in verband met splijtbaarheid bij mineralen (Amsterdam Verslag 1901, 692—696), und ausführlicher: Verhandelingen Amsterdam (2. Sec.) 8, 3—21, 1901. [Centralbl. f. Min. 1902, 376—380, 1902.

Max Münden. Die bacteriologisch-biologische Grundlage physikalischer, chemischer und mineralogischer Formgestaltung. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 63—72, 1901.

4. Mechanik.

X. Antomari et E. Humbert. Leçons de mécanique à l'usage des candidats à l'école centrale. Paris, Nony.

Fr. Caldarera. Corso di meccanica razionale. 2. Palermo, tip. Matematica, 1901.

C. de Freycinet. Sur les principes de la mécanique rationelle. VIII u. 170 S. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

Ernest Pasquier. Cours de Mécanique analytique. 1. Vecteurs. Cinématique. Statique et Dynamique. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

H. Sicard. Traité de cinématique théorique. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

Carl Friedr. Gauss. Allgemeine Lehrsätze in Beziehung auf die im verkehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung wirkenden Anziehungs- und Abstossungskräfte. 2. Aufl. Ostw. Klass. Nr. 2, 61 S., 1902.

R. Greiner. Ueber die Einführung der Bedingungen in das Hamilton'sche Princip. 55 S. Diss. Freiburg, 1901.

Victor Wellmann. On the numerical relation between light and gravitation. Astrophys. Journ. 15, 282—286, 1902.

D. Bobylew (bearbeitet von Th. Friesendorff). Ueber das perimetrische Rollen eines Kreisels, dessen Schwerpunkt unter dem Unterstützungspunkte liegt. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 354—367, 1902.

J. Horn. Zur Theorie der kleinen endlichen Schwingungen von Systemen mit einem Freiheitsgrad. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 400—428, 1902.

O. Fischer. Ueber die reducirten Systeme und die Hauptpunkte der Glieder eines Gelenkmechanismus und ihre Bedeutung für die technische Mechanik. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 429—466, 1902.

5. Hydromechanik.

Fr. Ahlborn. Ueber den Mechanismus des Widerstandes flüssiger Medien. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 73—75, 1901.

6. Aeromechanik.

Lord **Rayleigh.** Ueber das Gasdruckgesetz zwischen 75 und 150 mm Quecksilber. ZS. f. phys. Chem. 41, 71—86, 1902.

A. Rateau. Recherches expérimentales sur l'écoulement de la vapeur d'eau par des tuyères et des orifices, suivies d'une note sur l'écoulement de l'eau chaude. 71 S. Paris, Ve Dunod, 1902. (S.-A. Ann. des mines.)

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

Horace Lamb. On Boussinesq's problem. Proc. London Math. Soc. 34, 276—284, 1902.

J. Kübler. Noch einmal die richtige Knickformel. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 367—374, 1902.

F. Richarz. Ein Versuch über die Reflexion von Longitudinalstössen an einem festen und einem freien Ende. Sitzber. Naturf. Ges. Marburg 1901. [Naturw. Rdsch. 17, 320, 1902.

H. Lorenz. Schwingungen rotirender Wellen. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 102—103, 1901.

E. A. Rogovsky. Sur les déformations galvaniques des fils conducteurs. Journ. soc. phys. chim. russe 34, 31, 1902.

G. Ramisch. Beitrag zur Festigkeitslehre. Dingl. Journ. 317, 277—280, 1902.

7b. Capillarität.

Leo Grumnach. Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung flüssiger Luft. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 51—54, 1901.

7c. Lösungen.

N. Schiller. Das Gesetz der Partialdichtigkeitsänderung eines Lösungsmittels mit der Concentration der Lösung. Ann. d. Phys. (4) 8, 588—599, 1902.
P. Eversheim. Bestimmung der Leitfähigkeit und Dielektricitätsconstanten von Lösungsmitteln und deren Lösungen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur bis über den kritischen Punkt. Ann. d. Phys. (4) 8, 539—567, 1902.
C. Barus. Certain properties of nuclei. Science (N. S.) 15, 912—914, 1902.

7d. Diffusion.

L. Errera. Sur la myriotonie comme unité dans les mesures osmotiques. Bull. de Belg. 1901, 135—153.
G. Galeotti. Ueber die Durchlässigkeit der thierischen Membranen. Lo Sperimentale, Archivio di Biologia norm. e patol. 56, 815—834. [ZS. f. phys. Chem. 41, 115, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

G. Levi. Ueber die Löslichkeit von Gasen in organischen Lösungsmitteln und Lösungen. Gazz. chim ital. 1901, II, 513—542. [ZS. f. phys. Chem. 41. 110, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

J. Nabl. Ueber die Longitudinalschwingungen von Stäben mit veränderlichem Querschnitte. Wien. Anz. 1902, 207—208.
W. B. Coventry. The Vibration of the Violin. Nature 66, 150—151, 1902.
W. B. Coventry. Notes on the construction of the violin. London, Dulau and Cie., 1902.
Robert Kempf-Hartmann. Photographische Darstellung der Schwingungen von Telephonmembranen. Ann. d. Phys. (4) 8, 481—538, 1902.
Walther Lückhoff. Ueber die Entstehung der Instrumente mit durchschlagenden Zungenstimmen und die ersten Anfänge des Harmoniumbaues. 15 S. Leipzig, P. de Wit, 1901.
H. Th. Simon. Tönende Flammen und Flammentelephonie. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 39, 1901.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

Aloys Müller. Die philosophischen Grundlagen der modernen Lichtlehre. Naturphilos. Studie. Natur u. Offenb. 47, 532—539, 597—614, 658—671. 1901.
H. Haga. Ueber den Klinkerfues'schen Versuch. Verh. 73. Naturf. Vers. Hamburg 2 [1], 75, 1901.
Victor Wellmann. On a numerical relation between light and gravitation. Astrophys. Journ. 15, 282—286, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

Carl Forch. Das Brechungsvermögen von Lösungen in Schwefelkohlenstoff. Ann. d. Phys. (4) 8, 675—685, 1902.

W. H. Roever. Study of Bright Points and Curves. Annals of Mathematics 1902, 113—128. [Nature 66, 208—209, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

J. Hartmann. Ueber eine einfache Interpolationsformel für das prismatische Spectrum. Publicationen des Astrophys. Observ. Potsdam 12, Anhang S. 1—25, 1902.

Hugh Ramage. The Spectra of Potassium, Rubidium and Caesium and their Mutual Relations. Roy. Soc. London, Juni 5, 1902. [Nature 66, 214, 1902.

Royal A. Porter. The influence of atmospheres of nitrogen and hydrogen on the arc spectra of iron, zinc, magnesium and tin compared with the influence of an atmosphere of ammonia. Astrophys. Journ. 15, 274—281, 1902.

C. Fabry and **A. Perot.** Measures of absolute wave-lengths in the solar spectrum and in the spectrum of iron. Astrophys. Journ. 15, 261—273, 1902.

O. Lohse. Funkenspectra einiger Metalle. Publicationen des Astrophys. Observ. Potsdam 12, 105—208, 1902.

Hans Lehmann. Photographie der ultrarothen Spectren der Erdalkalimetalle. Ann. d. Phys. (4) 8, 643—651, 1902.

Percival Lewis. Bands in the Bunsen flame spectrum of sodium. Astrophys. Journ. 15, 296—297, 1902.

G. Berndt. Gasspectra im Magnetfelde. Ann. d. Phys. (4) 8, 625—642, 1902.

13. Photometrie.

O. Lummer. Ueber ein neues Interferenz-Photo- und Pyrometer. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 36—37, 1901.

T. C. Porter. Contributions to the Study of Flicker. Roy. Soc. London, Juni 5, 1902. [Nature 66, 213, 1902.

J. Classen. Ueber ein Photometer zur Messung der Helligkeitsunterschiede in einem Raume ohne Zuhülfenahme einer Zwischenlichtquelle. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 37—38, 1901.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

W. Kaufmann. Ueber die magnetische und elektrische Ablenkbarkeit der Becquerelstrahlen. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 45—46, 1901.

E. Rutherford and **Frederick Soddy.** The radio-activity of thorium compounds. I. An Investigation of the radio-active emanation. Chem. News 85, 282—285, 293—295, 304—308, 1902.

W. Marckwald. Ueber das radioactive Wismuth (Polonium). Chem. Ber. 35, 2285—2288, 1902.

H. Geitel. Ueber die durch atmosphärische Luft inducirte Radioactivität. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 72—73, 1901.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

Camille Kraft. Études expérimentales sur l'échelle des couleurs d'interférence. Krak. Anz. 1902, 310—354.

Hans Hauswaldt. Interferenz-Erscheinungen an doppeltbrechenden Krystallplatten im convergenten polarisirten Licht. 18 S. u. 33 Tafeln. Magdeburg, Buchdruckerei von Joh. Gottl. Hauswaldt, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

P. Zeeman. Observations on the magnetic rotation of the plane of polarisation in the interior of an absorption band. Proc. Amsterdam 5, 41—47, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

C. Viola. Die Bestimmung der optischen Constanten eines Krystalles aus einem einzigen beliebigen Schnitte. ZS. f. Kryst. 36, 245—251, 1902.

G. de Metz. Double réfraction accidentelle des liquides mécaniquement déformés. C. R. 134, 1353—1356, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Emanuel Goldberg. Beitrag zur Kinetik photochemischer Reactionen. Die Oxydation von Chinin durch Chromsäure. ZS. f. phys. Chem. 41, 1—10, 1902.

Meyer Wilderman. Ueber die chemische Dynamik und über das chemische Gleichgewicht unter dem Einflusse von Licht. ZS. f. phys. Chem. 41, 87—95, 1902.

De Chardonnet. Actinoscope. Soc. Franç. de Phys. Nr. 182, 2—3, 1902.

Jagadis Chunder Bose. On the Strain Theory of Photographic Action. Proc. Roy. Soc. 70, 185—193, 1902.

Albert Londe. Contribution à l'étude de l'éclair magnésique. Mesure de la vitesse de combustion. Chronophotographie de l'éclair magnésique. C. R. 134, 1301—1303, 1902.

Adolf Hesekiel. Neuartige Photographien in natürlichen Farben. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 47—51, 1901.

17. Physiologische Optik.

Franz Exner. Ueber die Grundempfindungen im Young-Helmholtz'schen Farbensystem. Wien. Anz. 1902, 211—212.

Fred. Schuh. Die Horoptercurve. ZS. f. Math. u. Phys. 47, 375—399, 1902.

Th. Guilloz. De l'examen stéréoscopique en radiologie et des illusions dans l'appréciation du relief. C. R. 134, 1303—1305, 1902.

18. Optische Apparate.

O. Lummer. Die Planparallplatten als Interferenzspectroskope. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 36, 1901.

C. Pulfrich. Ueber einen für metronomische und andere Zwecke bestimmten stereoskopischen Comparator. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 38, 1901.

C. Pulfrich. Ueber neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereocomparator. Forts. ZS. f. Instrkde. 22, 178—192, 1902.

C. Klein. Totalreflectometer mit Fernrohr-Mikroskop. Berl. Ber. 1902, 653—655.

H. C. Vogel. Der grosse Refractor des Königl. Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. ZS. f. Instrkde. 22, 169—177, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

F. V. Dwelschauvers-Dery. Ueber kritische Daten. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 59—60, 1901.
P. Duhem. La viscosité au voisinage de l'état critique. C. R. 134, 1272—1274, 1902.
J. P. Kuenen. Bemerkungen zur Abhandlung des Herrn Caubet: Ueber die Verflüssigung von Gasgemischen. ZS. f. phys. Chem. 41, 43—51, 1902.
Stefan Meyer. Ueber die durch den Verlauf der Zweiphasencurve bedingte maximale Arbeit. Wien. Ber. 111 [2a], 305—310, 1902.
Karl Schaum u. Friedrich Schoenbeck. Unterkühlung und Krystallisation von Schmelzflüssen polymorpher Stoffe. Ann. d. Phys. (4) 8, 652—662, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

G. Jäger. Das Vertheilungsgesetz der Geschwindigkeiten der Gasmolekeln. Wien. Ber. 111 [2a], 255—263, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

L. Lecornu. Sur les moteurs à combustion. C. R. 134, 1347—1349, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

James Dewar. Coefficients of the cubical expansion of ice, hydrated salts, solid carbonic acid and other substances at low temperatures. Roy. Soc. Mai 1, 1902. [Chem. News 85, 277—279, 289—290, 1902.
Leo Grumnach. Ueber die Volumenänderungen des Quecksilbers beim Schmelzen und die thermische Ausdehnung des starren Quecksilbers. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 54—57, 1901.
Rudolf Rothe. Ueber ein Flüssigkeitsthermometer für sehr tiefe Temperaturen. ZS. f. Instrk. 22, 192—195, 1902.
D. Siebert u. Kühn. Beckmann-Thermometer mit Hülfstheilung. Chem.-Ztg. 26, 337, 1902.
E. Pringsheim. Ueber Temperaturbestimmungen mit Hülfe der Strahlungsgesetze (nach gemeinsamen Untersuchungen mit O. Lummer). Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 31—36, 1901.
O. Lummer. Ueber ein neues Interferenz-Photo- und Pyrometer. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 36—37, 1901.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

Ed. von Stackelberg. Die Methoden zur Bestimmung der Lösungswärme beim Sättigungspunkt. ZS. f. phys. Chem. 41, 96—100, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

Leo Grumnach. Ueber die Volumenänderungen des Quecksilbers beim Schmelzen und die thermische Ausdehnung des starren Quecksilbers. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 54—57, 1901.

P. Chrustschoff. Kryoskopische Untersuchungen. Journ. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 153—182, 323—350, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 1390—1391.

T. C. Hebb. On a Determination of the Freezing-point Depression constant for Electrolytes. Trans. Nov. Scot. Inst. of Science **10**, 409—421, 1902.

P. Bachmetjew. Ueber die Ueberkaltung der Flüssigkeiten. Verh. 73. Naturf. Vers. Hamburg **2** [1], 57—58, 1901.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

Sydney Young. Correction of the boiling points of liquids from observed to normal pressure. Journ. Chem. Soc. **81**, 777—783, 1902.

Clifford D. Holley. Flüssigkeitsgemische von constantem Siedepunkte (Minimum-Siedepunkte). Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 448—457, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **1**, 1392.

Emil Fischer und **Carl Harries.** Ueber Vacuumdestillation. Chem. Ber. **35**, 2158—2163, 1902.

23. Calorimetrie.

P. W. Robertson. Atomic and Molecular Heats of Fusion. Chem. Soc. London, 28. Mai 1902. [Chem. News **85**, 309, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

E. A. Rogovsky. Conductibilité thermique extérieure de fils chauffées par le courant électrique. Journ. Soc. phys. chim. russe **34**, 30, 1902.

R. Wachsmuth. Die innere Wärmeleitung in Flüssigkeiten. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg **2** [1], 57, 1901.

Otto Dechant. Ueber die Aenderung der Diathermansie von Flüssigkeiten mit der Temperatur. Wien. Ber. **111** [2a], 264—275, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

Emil Kohl. Ueber die Herleitbarkeit einiger Strahlungsgesetze aus einem W. Wien'schen Satze. Ann. d. Phys. (4) **8**, 575—587, 1902.

A. Pflüger. Nachtrag zu meiner Abhandlung: Prüfung des Kirchhoff'schen Gesetzes an der Emission und Absorption glühenden Turmalins. Ann. d. Phys. (4) **8**, 720, 1902.

E. Pringsheim. Ueber Temperaturbestimmungen mit Hülfe der Strahlungsgesetze (nach gemeinsamen Untersuchungen mit O. Lummer). Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg **2** [1], 31—36, 1901.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

J. A. Montpellier. Électricité. A l'usage des électriciens, ingénieurs, industriels, chefs d'ateliers, mécaniciens et contremaîtres. 24. éd. XII, 228 u. LXIV S. Paris, Ve Dunod, 1902.

M. Möller. Drehschwingung und Centralschwingung in Beziehung zu Magnetismus und Elektricität. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg **2** [1], 60—62, 1901.

J. D. van der Waals. Statistical Electro-mechanics. Proc. Amsterdam **5**, 22—30, 1902.

Jagadis Chunder Bose. On the Continuity of Effect of Light and Electric Radiation on Matter. Proc. Roy. Soc. 70, 154—174, 1902.

Fritz Hasenöhrl. Ueber die Absorption elektrischer Wellen in einem Gas. Wien. Anz. 1902, 204—205.

Lord **Rayleigh.** On the Similarities between Radiation and Mechanical Strains. Proc. Roy. Soc. 70, 174—185, 1902.

E. Orlich. Ueber die Definition der Phasenverschiebung. Elektrot. ZS. 23, 543—544, 1902.

F. Loppé. Décomposition d'une courbe représentative d'un phénomène alternatif en sinusoides. L'éclair. électr. 31, 449—452, 1902.

Max Wien. Ueber die Verwendung der Resonanz bei der drahtlosen Telegraphie. Ann. d. Phys. (4) 8, 686—713, 1902.

H. Poincaré. Die Telegraphie ohne Draht. Aus dem Annuaire du Bureau des Longitudes 1902. Uebersetzt von W. Jaeger. D. Mech.-Ztg. 1902, 114—116.

F. Braun. Ueber elektrische Wellentelegraphie. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 39—41, 1901.

R. Blochmann. Ueber elektrische Strahlentelegraphie. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1] 41—42, 1902.

P. Eversheim. Bestimmung der Leitfähigkeit und Dielektricitätsconstanten von Lösungsmitteln und deren Lösungen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur bis über den kritischen Punkt. Ann. d. Phys. (4) 8, 539—567, 1902.

Jacques Curie et **P. Compan.** Sur le pouvoir inducteur spécifique des diélectriques aux basses températures. C. R. 134, 1295—1297, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

27. Elektrostatik.

P. de Heen. Action d'un courant gazeux sur le souffle qui détermine les ombres électriques et le nouveau fluide. Bull. de Belg. 1901, 676—679.

Josef Nabl. Ueber die elektrostatischen Ladungen der Gase, die an der activen Elektrode des Wehneltunterbrechers auftreten. Wien. Ber. 111 [2 a], 296—304, 1902.

28. Batterieentladung.

29. Galvanische Ketten.

August Hagenbach. Elektrolytische Zellen mit gasförmigem Lösungsmittel. Ann. d. Phys. (4) 8, 568—574, 1902.

Oscar Gabran. Einige Versuche mit Zink-Blei-Accumulatoren. Elektrot. ZS. 23, 571—574, 1902.

F. Dolezalek. La Théorie de l'accumulateur au plomb. Traduit de l'allemand par Ch. Liagre. VIII u. 179 S. Paris, Béranger, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

Pierre Weiss. Ampèremètres et voltmètres indépendants de l'intensité de leur aimant permanent. L'éclair. électr. 31, 381—384, 1902.

Lecarme Frères et **Michel.** Interrupteur-turbine pour courants électriques. Soc. Franç. de Phys. Nr. 183, 3—4, 1902.

Gustav Benischke. Formfactor und Scheitelfactor. S.-A. 3 S. ZS. f. Elektrot. 1902.

Gustav Benischke. Spannungssicherungen. Elektrot. ZS. 23, 552—555, 1902.

Nodon. Soupape électrique, redresseur condensateur pour la transformation de courants alternatifs simples et polyphasés en courants continus. Soc. Franç. de Phys. Nr. 182, 1—2.

81. Elektrische Maasse und Messungen.

P. Eversheim. Bestimmuug der Leitfähigkeit und Dielektricitätsconstanten von Lösungsmitteln und deren Lösungen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur bis über den kritischen Punkt. Ann. d. Phys. (4) 8, 539—567, 1902.

Alexandre de Hemptinne. Sur la conductibilité électrique de la flamme et des gaz. Bull. de Belg. 1901, 600—611.

82. Elektrochemie.

G. A. Berti. Voltamètres à électrodes de magnésium, d'antimoine de bismuth et de cadmium. Elettricista 11, 100, 1902.

M. Roloff. Die Theorie der elektrolytischen Dissociation. ZS. f. angew. Chem. 15, 525—537, 1902.

A. Chassy. Influence du voltage sur la formation de l'ozone. C. R. 134, 1298—1300, 1902.

A. Brand. Ueber die elektromotorische Kraft des Ozons. Verh. D. Phys. Ges. 4, 246—250, 1902.

W. Nernst u. E. H. Riesenfeld. Ueber elektrolytische Erscheinungen an der Grenzfläche zweier Lösungsmittel. Ann. d. Phys. (4) 8, 600—608, 1902.

E. H. Riesenfeld. Concentrationsketten mit nicht mischbaren Lösungsmitteln. Ann. d. Phys. (4) 8, 616—624, 1902.

C. J. Reed. Elektrochemische Wirkung. Journ. Frankl. Inst. 151, 369—393, 401—413; 152, 46—58, 1901. [ZS. f. phys. Chem. 41, 123, 1902.

Alfred Coehn. Ueber kathodische Polarisation und Bildung von Legirungen. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 154—157, 1901.

A. Hantzsch. Ueber den Zustand von Elektrolyten in wässeriger Lösung. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1] 150—152, 1901.

Langevin. Recherches sur les gaz ionisés. Soc. Franç. de Phys. Nr. 183, 2—3, 1902.

A. Crum Brown. The Ions of Electrolysis. Science (N. S.) 15, 881—895, 1902.

W. Nernst u. A. Lessing. Ueber die Wanderung galvanischer Polarisation durch Platin- und Palladiumplatten. Gött. Nachr. 1902, 146—160.

R. Abegg. Eine neue Methode zur directen Bestimmung von Ionen-Beweglichkeiten in wässerigen Lösungen (nach Versuchen von B. D. Stelle). Verh. 73. Naturf. Vers. Hamburg 2 [1], 150, 1901.

E. H. Riesenfeld. Bestimmung der Ueberführungszahl einiger Salze in Phenol. Ann. d. Phys. (4) 8, 609—615, 1902.

Gouy. Sur les propriétés électrocapillaires des bases organiques et de leurs sels. C. R. 134, 1305—1307, 1902.

J. Billitzer. Elektrochemische Studien am Acetylen. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg 2 [1], 132—137, 1901.

J. Billitzer u. A. Coehn. Elektrochemische Studien am Acetylen. II. Mittheilung: Anodische Depolarisation. Wien. Anz. 1902, 195.

Franz Hanaman. Ein Apparat für elektroanalytische Zwecke. ZS. f. Elektrochem. 8, 398—401, 1902.

Franz Fischer. Verhalten von Bleianoden in Phosphorsäure. ZS. f. Elektrochem. 8, 398, 1902.

83. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

R. Straubel. Versuche über den elektrocalorischen Effect beim Turmalin. Gött. Nachr. 1902, 161—164.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

Alex. de Hemptinne. Ueber die Einwirkung von radioactiven Stoffen auf das Leuchten von Gasen. ZS. f. phys. Chem. **41**, 101—102, 1902.
C. Knochendöppel. Ueber den Einfluss eines magnetischen Feldes auf das Entladungspotential in Geissler'schen Röhren. 40 S. Jena, 1902.
J. v. Geitler. Ueber Kathodenstrahlen. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg **2** [1], 46—47, 1901.
E. Goldstein. Ueber die durch Strahlungen erzeugten Nachfarben von Salzen. Verh. 73. Naturf.-Vers. Hamburg **2** [1], 44—45, 1901.
E. Goldstein. Ueber die Canalstrahlen-Gruppe. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 228—244, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

B. Walter. Ueber die Haga'- und Wind'schen Beugungsversuche mit Röntgenstrahlen. Verh. 73. Naturf. Vers. Hamburg **2** [1], 43—44, 1901.

36. Magnetismus.

Paul Schulze. Ueber das Unifilarmagnetometer. Ann. d. Phys. (4) **8**, 714—719, 1902.
C. Runge and **F. Paschen.** On the radiation of mercury in the magnetic field. Astrophys. Journ. **15**, 235—251, 1902.
G. Berndt. Gasspectra im Magnetfelde. Ann. d. Phys. (4) **8**, 625—642, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

W. M. Thornton. The distribution of magnetic flux in large electromagnets. Electrician **49**, 303—305, 1902.
V. V. Nikolaïève. Réaction électromagnétique. Journ. soc. phys. chim. russe **34**, 25, 1902.
E. Carvallo. Sur la force électrique due à la variation des aimants. C. R. **134**, 1349—1352, 1902.
Edm. Hoppe. Elektrodynamische Convection. Verh. Naturf.-Vers. Hamburg **2** [1], 42—43, 1901.

38. Elektrodynamik. Induction.

Edm. Hoppe. Unipolare Induction. Ann. d. Phys. (4) **8**, 663—674, 1902.
W. Mansergh Varley. On a new method of measuring small self-inductions. Electrician **49**, 337—338, 1902.

39. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

M. Wilh. Meyer. Der Untergang der Erde und die kosmischen Katastrophen. Betrachtungen über die zukünftigen Schicksale unserer Erdenwelt. 2. Aufl. (VIII, 389 S.) gr. 8°. Allgemeiner Verein f. Deutsche Litteratur. Berlin, 1902.

F. Folie. Détermination de la constante de l'aberration et calcul de la vitesse du système solaire au moyen des observations de Struve. Bull. de Belg. 329—336, 1901.

F. Folie. Sur la détermination de la constante de l'aberration au moyen des observations de Struve (deuxième note). Bull. de Belg. 455—465, 1901.

1B. Planeten und Monde.

1C. Fixsterne und Nebelflecken.

H. Seeliger. Ueber den Einfluss der Dispersion der Luft auf die Bestimmung kleiner Fixsternparallaxen. Astr. Nachr. 159, 3795, 33—39, 1902.

J. Hartmann. Spectrographic measures of the velocities of gaseous Nebulae. Astrophys. J. 15, 4, 287—297, 1902.

Charles Nordmann. Sur la constitution des nébuleuses. C. R. 134, 22, 1282—1285, 1902.

Walter Sidgreaves. The Spectrum of Nova Persei 1901 on and after September 5. Monthl. Not. 62, 7, 521—524, 1902.

E. F. J. Love. Series in the Nebular Spectrum, and in the Bright-Line Spectrum of Nova Persei. Monthl. Not. 62, 7, 524—527, 1902.

Henry Norris Russell. An improved method of calculating the Orbit of a spectroscopic Binary. Astrophys. J. 15, 4, 252—260, 1902.

J. Wilsing. Zusatz zu meiner Notiz: Versuch einer Erklärung der Entstehung und der Bewegung der Nebelhülle, welche die Nova Persei umgiebt. Astr. Nachr. 159, 3795, 39—40, 1902.

1D. Die Sonne.

H. Deslandres. Rapprochement entre les épreuves de la couronne solaire de l'éclipse totale du 18. Mai 1901 et les photographies de la chromosphère entière du Soleil, obtenus le même jour à Meudon. C. R. 134, 22, 1285—1293, 1902.

C. Fabry and **A. Perot.** Measures of absolute wave-lenghts in the solar Spectrum and in the Spectrum of Iron. Astrophys. J. 15, 4, 261—273, 1902.

A. L. Cortie. Visual and spectroscopic Observations of the Sun-spot group of 1901. Mai 19.—June 26. Monthl. Not. 62, 7, 516—521, 1902.

1E. Kometen.

1F. Meteore und Meteoriten.

Das neue Meteoreisen von Mukerop. Globus 81, 23, 376, 1902.

1G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Dechevrens. Méthode simplifiée dite des facteurs pour le calcul des séries de Fourier et de Bessel appliquées à la météorologie. Note complémentaire. 2 brochures avec planches in 8°, 1 vol. Gauthier-Villars.

M. Singer. Ueber Lichtmessungen bei klimatologischen und pflanzenphysiologischen Untersuchungen. Sitzber. dtsch. natw. med. Ver. Böhmen „Lotos" Prag **27**, Neue Folge 8—12, 1901.

R. Börnstein. Schulwetterkarten. Nr. 1. Witterung des 8. Juli 1900. Kalt und regnerisch (van Bebber, Typus 1). 1 Farbendrucktafel in gr. Fol. auf Leinwand mit Stäben. Berlin, 1902.

Bulletin de la Commission météorologique du département de la Haute Garonne. Premier fascicule 1902 in-4°, 1 vol. Édouard Privat, Toulouse.

Veröffentlichungen des Königl. Preuss. Meteorologischen Instituts. Hrsg. durch Dir. Wilh. v. Bezold. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1899. (VI, 120 S.) gr. 4°. Berlin, A. Asher u. Co., 1901.

R. Gautier. Résumé des observations météorologiques faites aux Fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1901. Arch. sc. phys. nat. **107**, 5, 490—510, 1902.

Die Witterung an der deutschen Küste im April 1902. Ann. d. Hydr. **30**, 6, 318—321, 1902.

Atti della I. R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti degli Agiati in Rovereto. Anno accademico (3) **8**, 152. Fascicolo 1. Gennajo—Marzo 1902. Rovereto, in 8. gr. p. 40 e 1—83.

Osservazioni meteorologiche eseguite all' osservatorio di Rovereto durante il 1. trimestre 1902.

2B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

Lugeon. Quelques Mots sur le Groupement de la Population du Valais. (Étrennes helvétiques pour 1902.) Science **15**, 388, 915, 1902.

Dechevrens. Les Variations passagères de la température. Causes ou effets des tourbillons atmosphériques, in-8°. Gauthier-Villars.

2D. Luftdruck.

2E. Winde und Stürme.

2F. Wasserdampf.

E. Vanderlinden. Contribution à l'étude des situations atmosphériques qui accompagnent le brouillard en Belgique. Bull. de Belg. 1901, 153—180.

2G. Niederschläge.

Ch. Goutereau. La fréquence de la grêle au Parc Saint-Maur. Annu. soc. mét. de France **50**, 106—108, Mai 1902.

2H. Atmosphärische Elektricität.

R. Börnstein. Bemerkung über die Messung der luftelektrischen Zerstreuung bei Ballonfahrten. Phys. ZS. **3**, 408—409, 1902.

J. Elster. Dr. V. Cuomo's Messungen der Elektricitätszerstreuung in der freien Atmosphäre auf Capri. Nachr. kgl. Ges. Wissensch. Göttingen **3**, 193—218, 1902.
H. Ebert. Bericht über die in München im Jahre 1901/1902 ausgeführten luftelektrischen Arbeiten. Nachr. kgl Ges. Wissensch. Göttingen **3**, 219—230, 1902.
Fr. Exner. Bericht über die Thätigkeit der luftelektrischen Stationen der Wiener Akademie. Nachr. kgl. Ges. Wissensch. Göttingen **3**, 231—237, 1902.

2I. Meteorologische Optik.

G. Zettwuch. Recherches sur le bleu du ciel. J. de Phys. (4) 1. April 1902.
Coast Fog Signals. Nature **66**, 1700, 115—116, 1902.
E. Moor. A curious Optical Effect. Nature **66**, 1701, 127, 1902.
R. T. Omond. A Solar Halo. Nature **66**, 1700, 103, 1902.

2K. Synoptische Meteorologie.

2L. Dynamische Meteorologie.

2M. Praktische Meteorologie.

2N. Kosmische Meteorologie.

A. Poincaré. Combinaison des effets barométriques de la révolution synodique et de la rotation terrestre sur l'ensemble du globe. Annu. soc. mét. de France **50**, Mai, 96—102, 1902.

2O. Meteorologische Apparate.

2P. Klimatologie.

G. Greim. Zur Klimatologie von Deutsch-Ostafrika. Globus **81**, 24, 382—383, 1902.
Sea temperature and Shore Climate. Nature **66**, 1700, 116—117, 1902.

3. Geophysik.

3A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Eugène Lagrange. Bulletins mensuels mai et juin 1901 de la station géophysique d'Uccle. Bull. de Belg. 422—425, 1901.

3B. Theorien der Erdbildung.

3C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Relative Schwerebestimmungen durch Pendelbeobachtungen. 3. Veröff. Hydr. Amt k. k. Kriegsmarine Pola 1902, 14.
L. Haasemann. Der Pendelapparat für relative Schweremessungen der deutschen Südpolarexpedition. ZS. Instrk. **22**, 4, 97—103, 1902.
G. K. Burgess. Recherches sur la constante de gravitation. J. de Phys. (4), 1. April 1902, 243—244.
Zur Frage der Lothablenkung in dem Gebiete Vorder-Indiens. Ann. d. Hydr. **30**, 6, 282—283, 1902.

—618, 1902.

F. Folie. Variations de latitude dues aux marées. Bull. de Belg. 520—534, 1901.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

Records and Results of Recent Eruptions. Nature **66**, 1702, 153—154, 1902.

Hans Reusch. Records of recent eruptions. Nature **66**, 1701, 132—133, 1902.

J. Milne. Volcanic Eruptions in the West Indies. Nature **66**, 1702, 151—153, 1902.

A. Lacroix. Sur les cendres des éruptions de la Montagne Pelée de 1851 et de 1902. C. R. **134**, 22, 1327—1329, 1902.

J. Milne. The recent Volcanic Eruptions in the West Indies. Nature **66**, 1700, 107—111, 1902.

Observations of Volcanic Activity in the West Indies. Nature **66**, 1703, 178—180, 1902.

Henry Helm Clayton. Volcanic Eruption in Java, Brilliant Sunset Glows in 1901, and probably Glows from the Eruption in Martinique. Nature **66**, 1700, 101—102, 1902.

Norman Lockyer. The west Indian Eruptions and Solar Energy. Science **15**, 388, 915—916, 1902.

W. Reiss u. A. Stübel. Das Hochgebirge der Republik Ecuador. II. Lieferung. 2 (Schluss), 1902.

F. G. Wiechmann. Volcanic Dust. Science **15**, 388, 910—911, 1902.

J. J. H. Teall. Volcanic dust from the West Indies. Nature **66**, 1701, 130, 1902.

3 F. Erdbeben.

M. Contarini. Sul problema generale della sismografia. Nota II. Atti Rendi. dei Lincei **11**, 10, 433—439, 1902.

Mittheilungen der Erdbeben-Commission der k. Akad. d. Wiss. in Wien. Nr. 7. Erdbeben- und Stosslinien Steiermarks. gr. 8°. 115 S. Wien, Carl Gerold's Sohn.

Eug. Lagrange. Sur les mouvements sismiques et les perturbations magnétiques du commencement de mai, à la station d'Uccle (Belgique). C. R. **134**, 22, 1325—1327, 1902.

Eduard Mazelle. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlert'schen Horizontalpendel im Jahre 1901, nebst einem Anhange über die Aufstellung des Vicentini'schen Mikroseismographen. Wien. Anz. **13**, 185—187, 1902.

E. v. Mojsisovics. Allgemeiner Bericht und die Chronik der im Jahre 1901 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben. Wien. Anzeiger **13**, 187—189, 1902.

Edwin Rockstroh. Earthquake in Guatemala. Nature **66**, 1702, 150, 1902.

3 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Messerschmitt. Deviationsbestimmung der Kompasse durch Schwingungszeiten. Ann. d. Hydr. **30**, 6, 304—305, 1902.

W. Watson. Determination of the Value of the Earth's Magnetic Field in international Units and Comparison of the Results with the Values given by the Kew Observatory Standard Instruments. London (Philos. Trans.) 1902, 4, 32 pg., with 6 figures.

B. W. Stankewitsch. Magnetische Messungen, ausgeführt im Pamir im Sommer 1900. S.-A. Wien. Sitzber. **111**, Abth. IIa, Februar 1902, Wien, 1902.



Charles Lemaire. Note préliminaire sur les résultats des observations magnétiques faites au Congo de 1898 à 1900. Bull. de Belg. 71—105, 1901.
G. Meyer. Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl. Tübingen, J. C. B. Mohr.
P. Colin. Travaux magnétiques autour du massif central de Madagascar. C. R. **134**, 22, 1274—1278, 1902.
Magnetische und meteorologische Beobachtungen in der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1901, **62**.
Paul Schulze. Das Unifilarmagnetometer. Ann. d. Phys. (4) **8**, 714—719, 1902.
Erdmagnetische Reisebeobachtungen. Veröff. Hydr. Amt k. k. Kriegsmarine in Pola 13, 1902.
E. Wiechert. Polarlicht-Beobachtungen in Göttingen. Göttinger Nachr. 1902, 182—184.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

G. Schott. Oceanographie und maritime Meteorologie. Jena, G. Fischer.
George Howard Darwin. Ebbe und Fluth sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. Einführende Worte zur deutschen Uebersetzung von G. v. Neumayer. Ann. d. Hydr. **30**, 6, 278—281, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

T. N. Johnston and **J. Parsons.** Evidence of a „Seiche“ on a Scottish Loch. Nature **66**, 1702, 162—163, 1902.
F. H. Newell. 21 annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of the Interior 1899—1900. Part 4, Hydrography.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. 30. Juli 1902. Nr. 14.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 14 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 3. bis 17. Juli 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

H. von Helmholtz. Vorlesungen über theoretische Physik. 2. Dynamik continuirlich verbreiteter Massen. Herausgegeben von Otto Krigar-Menzel. VIII u. 247 S. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1902.

K. D. Krajewitsch. Lehrbuch der Physik. 17. Aufl. bearbeitet von A. Gerschein. 716 S. Petersburg, 1902 (russ.).

E. Warburg. Lehrbuch der Experimentalphysik für Studirende. 6. Aufl. XX u. 408 S. Tübingen und Leipzig, J. C. B. Mohr, 1902.

Walther Löb und E. Rimbach. Der physikalisch-chemische Unterricht am chemischen Institut der Universität Bonn. ZS. f. Elektrochem. 8, 445—448, 1902.

A. Weyh. Die wichtigsten Mathematiker und Physiker des Alterthums. Progr. Gymn. Kreuzburg, O.-S. 26 S. 1902.

Alexander Macfarlane. Peter Guthrie Tait. Phys. Rev. 15, 51—64, 1902.

J. Stark. Alfred Cornu †. Naturw. Rundsch. 17, 347—348, 1902.

M. Barbèra. L' etere e la materia ponderabile: teoria meccanica dei principali fenomeni fisici. VIII u. 133 S. Torino, tip. lit. Camilla e Bertolero di N. Bertolero, 1902.

1b. Maass und Messen.

L. L. de Konink. À propos des balances de précision à contrepoids. Bull. Assoc. belge Chim. 16, 19—21, 1902.



V. Crémieu. Sur une balance très sensible sans couteau. Ses applications à diverses mesures électriques. Journ. de phys. (4) 1, 441—448, 1902.
J. de Rey-Pailhade. La décimalisation du quart de cercle. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 202—204.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

C. F. Marvin. Neue Fortschschritte in physikalischen Apparaten. Phil. Soc. Wash. 14, 101—116, 1901.
Hugo Krüss. Die Verwendung des elektrischen Bogenlichtes in Projections- und Vergrösserungsapparaten. Phys. ZS. 3, 428—433, 1902.

2. Dichte.

Carl Forch, Martin Knudsen und **S. P. L. Sörensen.** Berichte über die Constantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen. II. Martin Knudsen. Bestimmung des specifischen Gewichtes. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. (6) 12, 29—91, 1902.
E. C. C. Baly and **F. G. Donnan.** The Variation with Temperature of the Surface Energies and Densities of Liquid Oxygen, Nitrogen, Argon, and Carbon Monoxide. Journ. Chem. Soc. 81, 907—923, 1902. Proc. Chem. Soc. 18, 115—116, 1902.

3. Physikalische Chemie.

J. H. Vincent. On a General Numerical Connexion between the Atomic Weights. Phil. Mag. (6) 4, 103—115, 1902.
A. Scott. The atomic weight of tellurium. Preliminary notice. Proc. Chem. Soc. 18, 112—113, 1902.
Adolf Heydweiller. Bemerkungen zu den Gewichtsänderungen bei chemischer und physikalischer Umsetzung. Phys. ZS. 3, 425—426, 1902.
W. J. Kurbatoff. Ueber den Zusammenhang zwischen latenter Verdampfungswärme und Dampfdichte. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 34, 250—287, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 89—90. [Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 379—380, 1902.
R. Pictet. Zur mechanischen Theorie der Explosivstoffe. Weimar, C. Steinert, 1902.

3a. Krystallographie.

Lord **Kelvin.** Molecular Dynamics of a Crystal. Phil. Mag. (6) 4, 139—156, 1902.
C. Viola. La legge degli indici razionali semplici e i cristalli liquidi. Processi verbali d. Soc. tosc. di scienze naturali, 17 März 1901. Jahrb. f. Min. 1902, 2, -1- — -2-.
Ernst Sommerfeldt. Studien über den Isomorphismus. N. Jahrb. f. Min. 1902, 2, 43—62.
G. Tammann. Ueber die Beziehungen zwischen dem krystallinischen und flüssigen Zustande. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 34, 67—153, 1902.
O. Lehmann. Ueber künstlichen Dichroismus bei flüssigen Krystallen und Hrn. Tammann's Ansicht. Ann. d. Phys. (4) 8, 908—923, 1902.
F. Tonkovitc. Sulla variazione angolare dei cristalli per effetto della temperatura. Atti accad. pelorit. 16, 1902.
Reinhard Brauns. Ueber die Krystallisation des Schwefels aus Schmelzfluss. Oberhess. Ges. für Natur- und Heilkunde 33, 1—6, 1899—1902.
A. H. Hiorns. Metallography: Introduction to Study of Structure of Metals chiefly by the Aid of the Microscope. 172 S. London, Macmillan, 1902.

Walter Rosenhain. Note on the Recrystallisation of Platinum. Roy. Soc. London, May 15, 1902. [Nature **66**, 262, 1902.

4. Mechanik.

E. Albrich. Die Lehre von der Bewegung fester Körper; eine Untersuchung auf historischer Grundlage. 69 S. Hermannstadt, 1902.

E. T. Whittaker. On the Solution of Dynamical Problems in Terms of Trigonometric Series. Proc. Math. Soc. **34**, 209—221, 1901.

R. Greiner. Ueber die Einführung der Bedingung in das Hamilton'sche Princip. 55 S. Freiburg, 1901.

L. Königsberger. Die Principien der Mechanik für mehrere unabhängige Variable. Crelle's Journ. **124**, 245—277, 1902.

René de Saussure. Théorie géométrique du mouvement des corps. Compt. Rend. Séanc. Soc. de Genève, 17 Avril 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **13**, 618—619, 1902.

A. Mayer. Symmetrische Lösung der Aufgabe, die Rotation eines starren Körpers, dessen Winkelgeschwindigkeiten bereits gefunden wurden, vollständig zu bestimmen. Leipz. Ber. **54**, 53—62, 1902.

Otto Fischer. Das statische und das kinetische Maass für die Wirkung eines Muskels, erläutert an ein- und zweigelenkigen Muskeln des Oberschenkels. Leipz. Abh. **27**, 483—588, 1902.

A. Chauveau. Dissociation des éléments de la dépense énergétique des moteurs employés à l'entraînement des résistances de frottement. C. R. **134**, 1399—1405, 1902.

Hj. Tallqvist. Om orter for lika moment, vid förhandenvarv af både positiva och negativa massor. S.-A. Tekniska Föreningens i Finland. Förh. **7—8**, 1902, 27 S.

Hermann Frahm. Neue Untersuchungen über die dynamischen Vorgänge in den Wellenleitungen von Schiffsmaschinen mit besonderer Berücksichtigung der Resonanzschwingungen. ZS. Ver. D. Ing. **46**, 797—803, 1902.

5. Hydromechanik.

D. Duhem. Sur les équations de l'hydrodynamique. Commentaire à un mémoire de Clebsch. Ann. de Toulouse (8) **3**, 253—279, 1901.

Floyd R. Watson. Viscosity of liquids determined by measurement of capillary waves. Phys. Rev. **15**, 20—38, 1902.

6. Aeromechanik.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

J. H. Michell. The Flexure of a Circular Plate. Proc. Math. Soc. **34**, 223—228, 1901.

E. Ascione. Nuova contribuzione sulla resistenza alla flessione. Atti accad. peloritana **16**, 1902.

L. N. G. Filon. On an Approximate Solution for the Bending of a Beam of Rectangular Cross-section under any System of Load, with Special Reference to Points of Concentrated or Discontinuous Loading. Roy. Soc. London, May 15, 1902. [Nature **66**, 262, 1902.

H. Bouasse. Sur les courbes de déformation des fils. Ann. de Toulouse (2) **3**, 217—251, 1901.

E. Scholz. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Torsionswirkung. Diss. 32 S. Köln, 1902.

F. Richarz. Reflexion von Longitudinalstössen an einem festen und einem freien Ende. Sitzungsber. Ges. Marburg 1901; 172—174.

7b. Capillarität.

Bouasse. Sur la cohésion des liquides. Soc. Franç. de Phys. Nr. 184, 1—2, 1902.

E. C. C. Baly and **F. G. Donnan.** The Variation with Temperature of the Surface Energies and Densities of Liquid Oxygen, Nitrogen, Argon and Carbon Monoxide. Proc. Chem. Soc. 18, 115—116, 1902. Journ. Chem. Soc. 81, 907—923, 1902.

Agnes Pockels. Ueber das spontane Sinken der Oberflächenspannung von Wasser, wässerigen Lösungen und Emulsionen. Ann. d. Phys. (4) 8, 854—871, 1902.

7c. Lösungen.

L. Crismer. Physikalische Constanten, kritische Lösungstemperatur und osmotischer Druck. Bull. assoc. belge des Chim. 16, 83—94, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 3.

P. N. Evans. Double Salts in Solution. Chem. News 86, 4—5, 1902.

Cardinaal. Over de beweging van veranderlijke stelsels. Versl. Amsterdam, 1902, 687—691.

J. G. MacGregor. Ueber die Erniedrigung des Gefrierpunktes in wässerigen Lösungen von Elektrolyten. Elektrotechn. ZS. 9, 74—79, 1902.

B. Roozeboom. Over het smelten van binaire vaste mengsels door afkoeling. Versl. Amsterdam, 1902, 727—730.

John T. Dunn. The Density of Aqueous Solutions of Ferrous Chloride. J. Soc. Chem. Ind. 21, 390, 1902. [Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 400—401, 1902.

Hugh Marshall. On the dissociation of the compound for iodine and thieurea. Nature 66, 239—240, 1902.

H. O. Jones and **O. W. Richardson.** The Decomposition of Oxalacetic Hydrazone in Aqueous and Acid Solution and a new Method of Determining the Concentration of Hydrogen Ions in Solution. Chem. News 86, 10—11, 1902.

J. D. van der Waals. Over ternaire stelsels II, IV. Versl. Amsterdam, 1901/02, 665—686; 1902/03, 88—109.

7d. Diffusion.

J. Thovert. Recherches sur la diffusion. Ann. chim. phys. (7) 26, 366—432, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

Frederick William Skirrow. Ueber die Löslichkeit von Kohlenoxyd in binären organischen Gemischen. ZS. f. phys. Chem. 41, 139—160, 1902.

A. J. J. Vandevelde. Sur les impressions produites sous l'influence de certains gaz. C. R. 134, 1453—1454, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

Augusto Righi. Sulla produzione di suoni per mezzo delle scariche nei tubi a gas rarefatto o nelle fiamme. Lincei Rend. (5) 11 [1], 457—459, 1902.

J. Frhr. v. Hornstein. Versuche über Schallmessung. Inaug.-Diss. Tübingen, 1899.

Schönrock. Verification einer Stimmgabel und Versuch einer photographischen Prüfungsmethode von Stimmgabeln. Bull. Petersburg **12**, 125—132, 1902.

G. Zambiasi. Dei Disegni Melodici nei vari generi musicali. Torino, Frat. Bocca, 1902.

Louis Bevier jr. The vowel i^e (as in pit). Phys. Rev. **15**, 44—50, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

Egon R. v. Oppolzer. Erdbewegung und Aether. Ann. d. Phys. (4) **8**, 898—907, 1902.

Lorentz. De intensiteit der straling in verband met de beweging der aarde. Versl. Amsterdam, 1902, 804—808.

Fritz Frankenhäuser. Das Licht als Kraft und seine Wirkungen, auf Grund der heutigen naturwissenschaftlichen Anschauungen für Mediciner dargestellt. XII u. 74 S. Berlin, A. Hirschwald, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

A. Cornu. Construction géometrique des deux images d'un point lumineux produit par réfraction oblique sur une surface sphérique. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 222—226, 1902.

A. Champigny. Foyers conjugués de pinceaux lumineux obliques à une surface sphérique réfringente. — Formule de Thomas Young. — Applications. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 220—222.

C. Raveau. Sur l'observation de la réfraction conique intérieure ou extérieure. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 226—229.

J. D. Everett. Contributions to the Theory of the Resolving Power of Objectives. Phil. Mag. (6) **4**, 166—171, 1902.

M. Carvallo. Réseaux moléculaires et dispersion. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 198—202.

J. Boussinesq. Sur la dispersion anomale, en corrélation avec le pouvoir absorbant des corps pour les radiations d'une période determinée. C. R. **134**, 1389—1394, 1902.

H. Dufet. Sur la dispersion anomale dans les cristaux de sulfate de néodyme et de praséodyme. Journ. de phys. (4) **1**, 418—426, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

W. M. Watts. Index of Spectra. Appendix L. Spectra of Bromine, Gallium, and Radium, and the spark-spectrum of Uranium. Manchester, 1901.

W. M. Watts. Appendix M. The arc-spectra of Manganese and Vanadium, the spark-spectra of Gold and Silicon, and the spectrum of Argon. Manchester, 1902.

C. Runge und **F. Paschen.** Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde. Zweite Mittheilung. Berl. Ber. 1902, 720—730.

F. Richarz. Reflexion von Longit' 'en Distribution of Light in
freien Ende. Sitzungsber. Ge ., 20. June 1902. [Chem.

7

ns la partie ultra-violette
', 1902.

Bouasse. Sur la cohésion d Dissociation of Wate
1902. us Spectra. Phil. M

E. C. C. Baly and **F. G**
the Surface Energie)issociation of
and Carbon Mono Spectra. F
Chem. Soc. 81, 90

Agnes Pockels. r le
Wasser, wässe
854—871, 190

ционsspectrum. 39

L. Crismer.
osmotis omale, en corrélation avec le pouv
Centra' radiations d'une période déterminée. C. R.

P. N. E
Cardin
19

13. Photometrie.

J. G. charp. Der gegenwärtige Stand der Frage einer Lichtnor-
Trans. Am. El. Eng. 18, 931—934, 1901. [Beibl. 26, 703, 1902.

B. stanoiévitch. Photomètre physiologique. C. R. 134, 1457—1458.
1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Henri Dufour. Fluorescence invisible. Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 537—548, 1902.

W. Wien. Ueber Fluorescenzerregung der Canalstrahlen an Metalloxyden. Phys. ZS. 3, 440—441, 1902.

W. Marckwald. Ueber das radioactive Wismuth (Polonium). Verh. D. Phys. Ges. 4, 252—254, 1902.

E. Rutherford and Miss **H. T. Brooks.** Comparison of the Radiations from Radioactive Substances. Phil. Mag. (6) 4, 1—23, 1902.

E. Rutherford. Penetrating Rays from Radium. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1013, 1902.

E. Rutherford. Radio-active Emanations from Thorium and Radium. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1013—1014 1902.

E. Rutherford and **Frederick Soddy.** The Radioactivity of Thorium Compounds. II. The Cause and Nature of Radioactivity. Journ. Chem. Soc. 81, 837—860, 1902. Proc. Chem. Soc. 18, 120—121, 1902.

Frederick Soddy. The Radioactivity of Uranium. Journ. Chem. Soc. 81. 860—865, 1902. Proc. Chem. Soc. 18, 121—122, 1902.

S. J. Allan. Excited Radio-activity from the Atmosphere. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1014, 1902.

W. R. Carr. Radio-activity Induced in Salts by Cathode Rays and by the Discharge Rays from an Electric Spark. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1014, 1902.

R. M. Stewart. Radioactivity Induced in Substances Exposed to the Action of Atmospheric Air. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1014, 1902.

15 a. Interfer

arus. The Sizes of the
ial Colours of Cloudy

15 b. Dre

Die Rotat
r. 41, 161—
. Magnetis
eifens.
vazic

neming
an absorptie
draaiing van het po
Amsterdam 1902, 793—804.
gt. Ueber einige neuere Beobacht
kungen. Ann. d. Phys. (4) 8, 872—889,
V. Voigt. Dispersione rotatoria magnetica nell'
bimento. Lincei Rend. (5) 11 [1], 459—462, 190

té des gaz monoatomiques. Bull. Soc.

nwendungen.

hermometrie.

L. Sörensen. Berichte über
g der hydrographischen Ta-
ung des Seewassers. Kgl.
1902.
on with Temperature of
n, nitrogen, argon, and
1902.
ires IV. Comparison
hermometer. Onnes
el. Natuurk. Akad.

de de zinc.
R. 134,

ought
hem.

15 c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

W. Voigt. On the Behaviour of Pleochroitic Crystals along Dir… the Neighbourhood of an Optic Axis. Phil. Mag. (6) 4, 90—97, 19…

F. Rinne. Bemerkung über die Methode der optischen Untersuchung v… Krystallen in kalten Flüssigkeiten. Centralbl. f. Min. 1902, 402.

Quirino Majorana. Sul metodo e sulle sostanze da adoperarsi, per osservare la birifrangenza magnetica. Lincei Rend. (5) 11 [1], 463—469, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

J. Precht. Photochemische Solarisation als Entwickelungsphänomen. Phys. ZS. 3, 426—428, 1902.

Gustav Jaeger. Zur Theorie des photographischen Processes. Wien. Anz. 1902, 231—232.

17. Physiologische Optik.

W. von Zehender. Ueber optische Täuschung. 121 S. Leipzig, J. A. Barth, 1902.

Franz Exner. Zur Charakteristik der schönen und hässlichen Farben. Wien. Anz. 1902, 224—225.

18. Optische Apparate.

Engelmann. Ueber die Verwendung von Gittern statt Prismen bei Mikrospectralapparaten. Berl. Ber. 1902, 705.

H. Siedentopf. Ueber ein Mikrospectralobjectiv nach Engelmann mit ausklappbaren geradsichtigen Gittern nach Thorp und ausklappbarem Polarisator. Berl. Ber. 1902, 711—719.

E. Colardeau. Banc pour la photographie stéréoscopique a courte distance. Effets divers de relief stéréoscopique. Journ. de phys. (4) 1, 427—440, 1902.

F. F. Martens. Ueber ein Prismenspectrokop mit constanter Richtung des austretenden Strahles. Verh. D. phys. Ges. 4, 255—258, 1902.

R. W. Wood. On a Remarkable Case of Uneven Distribution of Light in a Diffraction Grating Spectrum. Phys. Soc., 20. June 1902. [Chem. News 86, 22, 1902.

Eugène Néculcéa. Action de la self-induction dans la partie ultra-violette des spectres d'étincelles. C. R. 134, 1494—1496, 1902.

John Trowbridge. On Spectra arising from the Dissociation of Water Vapour, and the Presence of Dark Lines in Gaseous Spectra. Phil. Mag. (6) 4, 156—161, 1902.

John Trowbridge. On Spectra arising from the Dissociation of Water Vapour, and the Presence of Dark Lines in these Spectra. Sill. Journ. (4) 14, 1—6, 1902.

Camichel et **Bayrac.** Études spectrophotométriques sur les Indophénols. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 176—179.

W. N. Hartley. An Investigation into the Composition of Brittle Platinum. Phil. Mag. (6) 4, 84—89, 1902.

G. Laubenthal. Ueber Messungen im Absorptionsspectrum. 39 S. Bonn, 1901.

J. Boussinesq. Sur la dispersion anomale, en corrélation avec le pouvoir absorbant des corps pour les radiations d'une période déterminée. C. R. 134, 1389—1394, 1902.

13. Photometrie.

Clayton H. Scharp. Der gegenwärtige Stand der Frage einer Lichtnormale. Trans. Am. El. Eng. 18, 931—934, 1901. [Beibl. 26, 703, 1902.

G. M. Stanoiévitch. Photomètre physiologique. C. R. 134, 1457—1458. 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Henri Dufour. Fluorescence invisible. Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 537—548, 1902.

W. Wien. Ueber Fluorescenzerregung der Canalstrahlen an Metalloxyden. Phys. ZS. 3, 440—441, 1902.

W. Marckwald. Ueber das radioactive Wismuth (Polonium). Verh. D. Phys. Ges. 4, 252—254, 1902.

E. Rutherford and Miss **H. T. Brooks.** Comparison of the Radiations from Radioactive Substances. Phil. Mag. (6) 4, 1—23, 1902.

E. Rutherford. Penetrating Rays from Radium. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1013, 1902.

E. Rutherford. Radio-active Emanations from Thorium and Radium. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1013—1014, 1902.

E. Rutherford and **Frederick Soddy.** The Radioactivity of Thorium Compounds. II. The Cause and Nature of Radioactivity. Journ. Chem. Soc. 81, 837—860, 1902. Proc. Chem. Soc. 18, 120—121, 1902.

Frederick Soddy. The Radioactivity of Uranium. Journ. Chem. Soc. 81, 860—865, 1902. Proc. Chem. Soc. 18, 121—122, 1902.

S. J. Allan. Excited Radio-activity from the Atmosphere. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1014, 1902.

W. R. Carr. Radio-activity Induced in Salts by Cathode Rays and by the Discharge Rays from an Electric Spark. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1014, 1902.

R. M. Stewart. Radioactivity Induced in Substances Exposed to the Action of Atmospheric Air. Roy. Soc. Canada 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1014, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

C. Barus. The Sizes of the Water Particles producing the Coronal and the Axial Colours of Cloudy Condensation. Phil. Mag. (6) **4**, 24—29, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

Chr. Winther. Die Rotationsdispersion der spontan activen Körper. ZS. f. phys. Chem. **41**, 161—211, 1902.
A. Schmauss. Magnetische Drehung der Polarisationsebene innerhalb eines Absorptionsstreifens. Ann. d. Phys. (4) **8**, 842—846, 1902.
P. Zeeman. Osservazioni sulla rotazione magnetica del piano di polarizzazione nell' interno di una riga di assorbimento. Lincei Rend. (5) **11** [1], 470—472, 1902.
P. Zeeman. Waarnemingen over de magnetische draaiing van het polarisatie vlak in an absorptieband. Versl. Amsterdam 1902, 6—12.
Lorentz. De draaiing van het polarisatie vlak in lichamen die zich bewegen. Versl. Amsterdam 1902, 793—804.
W. Voigt. Ueber einige neuere Beobachtungen von magneto-optischen Wirkungen. Ann. d. Phys. (4) **8**, 872—889, 1902.
W. Voigt. Dispersione rotatoria magnetica nell' interno delle righe di assorbimento. Lincei Rend. (5) **11** [1], 459—462, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

W. Voigt. On the Behaviour of Pleochroitic Crystals along Directions in the Neighbourhood of an Optic Axis. Phil. Mag. (6) **4**, 90—97, 1902.
F. Rinne. Bemerkung über die Methode der optischen Untersuchung von Krystallen in kalten Flüssigkeiten. Centralbl. f. Min. 1902, 402.
Quirino Majorana. Sul metodo e sulle sostanze da adoperarsi, per osservare la birifrangenza magnetica. Lincei Rend. (5) **11** [1], 463—469, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

J. Precht. Photochemische Solarisation als Entwickelungsphänomen. Phys. ZS. **3**, 426—428, 1902.
Gustav Jaeger. Zur Theorie des photographischen Processes. Wien. Anz. 1902, 231—232.

17. Physiologische Optik.

W. von Zehender. Ueber optische Täuschung. 121 S. Leipzig, J. A. Barth, 1902.
Franz Exner. Zur Charakteristik der schönen und hässlichen Farben. Wien. Anz. 1902, 224—225.

18. Optische Apparate.

Engelmann. Ueber die Verwendung von Gittern statt Prismen bei Mikrospectralapparaten. Berl. Ber. 1902, 705.
H. Siedentopf. Ueber ein Mikrospectralobjectiv nach Engelmann mit ausklappbaren geradsichtigen Gittern nach Thorp und ausklappbarem Polarisator. Berl. Ber. 1902, 711—719.
E. Colardeau. Banc pour la photographie stéréoscopique a courte distance. Effets divers de relief stéréoscopique. Journ. de phys. (4) **1**, 427—440, 1902.
F. F. Martens. Ueber ein Prismenspectrokop mit constanter Richtung des austretenden Strahles. Verh. D. phys. Ges. **4**, 255—258, 1902.

H. Siedentopf. Ueber ein Mikrospectralphotometer nach Engelmann mit Gitterspectrum. Berl. Ber. 1902, 706—710.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

R. Wotruba. Die Grundlagen der mechanischen Wärmetheorie und ihre elementare Anwendung in den hauptsächlichsten Gebieten der Technik. VI u. 282 S. Berlin, 1902.

H. L. Callendar. Simple Apparatus for Measuring the Mechanical Equivalent of Heat. Phys. Soc., June 20, 1902. [Chem. News **86**, 22, 1902.

H. T. Barnes. On the Absolute Value of the Mechanical Equivalent of Heat. Roy. Soc. Canada, 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) **15**, 1014, 1902.

G. Jaumann. Ueber die Wärmeproduction in zähen Flüssigkeiten. Ann. d. Phys. (4) **8**, 752—767, 1902.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

Alfred Denizot. Erwiderung auf die von Herrn Voigt bezüglich meines Aufsatzes über den zweiten Hauptsatz gemachten Bemerkungen. Ann. d. Phys. (4) **8**, 927—928, 1902.

Jouguet. Sur la rupture et le déplacement de l'équilibre. C. R. **134**, 1418—1420, 1902.

Ph. A. Guye et L. Friderich. Études numériques sur l'équation des fluides (deuxième Mémoire). Arch. sc. phys. et nat. (4) **13**, 559—568, 1902.

J. Friedländer. Ueber merkwürdige Erscheinungen in der Umgebung des kritischen Punktes theilweise mischbarer Flüssigkeiten. 60 S. Leipzig, 1901.

H. Kamerlingh Onnes and H. H. Francis Hyndman. Isotherms of diatomic gases and their binary mixtures. II. The determination of density with the piezometer of variable volume for low temperatures. — Isotherms of diatomic gases and their binary mixtures. III. The isotherms of Oxygen at 20,0° C., 15,6° C., 0,0° C. — Isotherms of diatomic gases and their binary mixtures. IV. The compressibility of Hydrogen at 0,0° C. and 20,0° C. determined be the piezometers with variable volume for low temperatures. Onnes Comm. Leiden No. 78, 25 S., 1902 (zugleich Versl. Afdeel. Natuurk. Akad. Amsterdam 29. März 1902.

Kamerlingh Onnes en Hyndman. Isothermen van twee-atomige gassen en hun binaire mengsels. II. De bepaling van dichtheden met de piëzometers met veranderlijk volume vor lage temperaturen. — III. De isothermen van zuurstof bij 20,0°, 15,6° en 0° C. — IV. De samendruckbarheid van waterstof bij 0° en 20° bepaald met de piëzometers met veranderlijk volume voor lage temperaturen. Versl. Amsterdam 1902, 809—878.

W. H. Keesom. Contributions to the knowledge of van der Waals' ψ-surface. IV. The increase of pressure at condensation of a substance with a small admixture. Onnes Comm. Leiden No. 79, 13 S., 1902 (zugleich Versl. Afdeel. Natuurk. Akad. Amsterdam, 29. März 1902.

W. H. Keesom. Bijdragen tot de Kennis van het ψ-vlak van van der Waals. VI. De druckvermeerdering bij condensatie van eene stof met een kleine hoeveelheid bijmengsel. Versl. Amsterdam 1902, 782—792.

J. P. Kuenen and W. G. Robson. Observations on mixtures with Maximum or Minimum Vapour-Pressure. Phil. Mag. (6) **4**, 116—132, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

A. Schmidt. Ueber den Gleichgewichtszustand eines schweren Gases. Ann. d. Phys. (4) **8**, 924—926, 1902.

Daniel Berthelot. Sur une propriété des gaz monoatomiques. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 195—198.

19d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

Carl Forch, Martin Knudsen und **S. P. L. Sörensen.** Berichte über die Constantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen. IV. Carl Forch, Volumausdehnung des Seewassers. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. (6) **12**, 139—151, 1902.

E. C. C. Baly and **F. G. Donnan.** The variation with Temperature of the surface tensions and densities of liquid oxygen, nitrogen, argon, and carbon monoxide. Proc. Chem. Soc. **18**, 115—116, 1902.

B. Meilink. On the measurement of very low temperatures IV. Comparison of the platinum thermometer with the hydrogen thermometer. Onnes Comm. Leiden No. 77, 9 S., 1902 (zugleich Versl. Afdeel. Natuurk. Akad. Amsterdam, 22. Febr. 1902).

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

De Forcrand. Polymérisation et chaleur de formation de l'oxyde de zinc. C. R. **134**, 1426—1429, 1902.

Albert Colson. Sur les chaleurs de dilution du sulfate de soude. C. R. **134**, 1496—1497, 1902.

G. J. Parks. On the Heat Evolved or Absorbed when a Liquid is brought in contact with a finely-divided Solid. Phys. Soc., June 1902. [Chem. News **86**, 21, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

Ernest A. Lewis. The Melting-Point of Chromium. Chem. News **86**, 13, 1902.

Arsenia Wycheslavtseff. Colorimetric Determination of the Form of Pressure Melting Point Curves. J. Russ. Phys. Chem. Soc. **34** [2], 41—46, 1902. [Journ. Chem. Soc. **82**, Abstr. II, 381—382, 1902.

Anton Lampa. Der Gefrierpunkt von Wasser und einigen wässerigen Lösungen unter Druck. Wien. Ber. **111** [2a], 320—332, 1902.

A. Smith. On amorphous sulphur and its relation to the freezing point of liquid sulphur. Roy. Edinburgh Soc., 2. June 1902. [Nature **66**, 239, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

Cl. D. Holley. Liquid Mixtures of Minimum Boiling-Point. Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 448—457, 1902.

S. Young. On the vapour pressure and boiling points of mixed liquids. Proc. Chem. Soc. **18**, 107, 1902.

S. Young. The correction of the boiling points of liquids from observed to normal pressure. Proc. Chem. Soc. **18**, 108, 1902.

23. Calorimetrie.

Wolfgang Gaede. Ueber die Aenderung der specifischen Wärme der Metalle mit der Temperatur. 85 S. Preisschrift und Inaug.-Dissert. Freiburg i. B., 1902.

Franz Streintz. Leitvermögen und Atomwärme der Metalle. Ann. d. Phys. (4) **8**, 847—853, 1902.

C. Bach. Zur Frage des Wärmewerthes des überhitzten Wasserdampfes. ZS. d. Ver. D. Ing. **46**, 729—730, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

H. S. Carslaw. A Problem in Conduction of Heat. Phil. Mag. (6) 4, 162—165, 1902.

Désiré Korda. L'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 288—292.

24b. Wärmestrahlung.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

M. E. Carvallo. L'Électricité déduite de l'expérience et ramenée au principe des travaux virtuels. Scientia. Physique mathématique Nr. 19, 91 S. Chartres, impr. Durand, 1902.

J. D. van der Waals jr. Statistische electro-mechanica. Versl. Amsterdam, 1902, 79—88.

Despaux. Cause des énergies attractives (Magnétisme; Électricité; Gravitation). 248 S. Paris, F. Alcan, 1902.

A. von Waltenhofen. Die internationalen absoluten Maasse, insbesondere die elektrischen Maasse. Dritte, zugleich als Einleitung in die Elektrotechnik bearbeitete Auflage. XI u. 306 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

R. W. Wood. On the Electrical Resonance of Metal Particles for Light Waves. Phys. Soc., June 20, 1902. [Chem. News 86, 22, 1902.

Rudolf H. Weber. Elektromagnetische Schwingungen in Metallröhren. Ann. d. Phys. (4) 8, 721—751, 1902.

H. Pellat. Sur un phénomène d'oscillation électrique. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 190—195.

Rankin Kennedy. Electromagnetic Oscillations. Electr. Rev. 40, 667, 704—705, 1902.

A. Becker. Interferenzröhren für elektrische Wellen. 62 S. Heidelberg, 1901.

G. Seibt. Elektrische Drahtwellen mit Berücksichtigung der Marconi'schen Wellentelegraphie. Diss. Rostock, 43 S., 1902.

G. Benischke. Ueber Definition der Phasenverschiebung. Elektrot. ZS. 23, 622, 1902.

J. Teichmüller. Ueber die Grenzen der graphischen Behandlung der Wechselstromprobleme. Phys. ZS. 3, 442—449, 1902.

A. H. Taylor. Wireless telegraphy with a relay-telephone receiver. Phys. Rev. 15, 39—43, 1902.

G. Marconi. The progress of electric space telegraphy. Lecture delivered before the Royal Institution 15. June 1902. Electrician 49, 388—392, 1902.

A. Turpain. Les récentes expériences de télégraphie sans fil. L'éclair. électr. 32, 13—25, 1902.

Anton Lampa. Zur Moleculartheorie anisotroper Dielektrica. Mit einer experimentellen Bestimmung der Dielektricitätsconstante einer gespannten Kautschukplatte senkrecht zur Spannungsrichtung. Wien. Anz. 1902, 223—224.

A. Garbasso. Ueber die Entladungen eines Condensators durch n parallel geschaltete Drähte. Ann. d. Phys. (4) 8, 890—897, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

27. Elektrostatik.

R. J. Strutt. The Discharge of Positive Electrification by Hot Metals. Phil. Mag. (6) 4, 98—103, 1902.

W. de Nicolaiève. On a New Reaction between Electrostatic Tubes and Insulators, and on the Electrostatic Field round an Electric Current, and the Theory of Professor Poynting. Phil. Mag. (6) 4, 133—138, 1902.

V. Crémieu. Sur les effets électrostatiques d'une variation magnétique. C. R. 134, 1423—1425, 1902.

Th. Tommasina. Sur l'existence de l'éther et sur son rôle dans les phénomènes électrostatiques. Compt. Rend. Seanc. Soc. de Genève, 20 mars 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 13, 612—613, 1902.

K. v. Wesendonk. Notiz über in einem elektrischen Felde bewegte Leiter. Naturw. Rdsch. 17, 357, 1902.

Victor Conrad. Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität. VIII. Ueber die entladende Wirkung verschiedener Elektroden. Wien. Ber. 111 [2a], 333—340, 1902.

28. Batterieentladung.

Arthur Möhlmann. Ueber Ausstrahlung hochgespannter Wechselströme von hoher Frequenz aus Spitzen. Ann. d. Phys. (4) 8, 768—786, 1902.

H. Bordier. Sur une phénomène observé sur un excitateur dont les boules sont reliées à une bobine de Ruhmkorff. C. R. 134, 1493—1494, 1902.

Jules Semenov. La décharge électrique dans la flamme. C. R. 134, 1421—1423, 1902.

W. R. Carr. The Potential Difference Required to Produce Discharge in Air and Other Gases. Roy. Soc. Canada, 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) 15, 1013, 1902.

29. Galvanische Ketten.

Berthelot. Nouvelles recherches sur les piles fondées sur l'action réciproque de deux liquides. C. R. 134, 1461—1478, 1902.

Adami. Ein räthselhafter elektrischer Versuch. Bl. Gymn.-Schulw. 37, 378—381, 1901.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

V. Crémieu. Sur une balance très sensible, sans couteau. Ses applications à diverses mesures électriques. Journ. de phys. (4) 1, 441—448, 1902.

F. Dessauer. Neuer elektrolytischer Unterbrecher. Elektrot. Anz. 19, 1446—1447, 1902.

G. Lippmann. Sur un galvanomètre parfaitement astatique. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 188—190.

E. Hospitalier. Ondographe. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 229—238. Journ. de phys. (4) 1, 409—417, 1902.

A. Blondel. Sur les oscillographes. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 239—268.

H. Armagnat. Application des oscillographes à la méthode de résonance. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 268—288.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

Franz Streintz. Leitvermögen und Atomwärme der Metalle. Ann. d. Phys. (4) 8, 847—853, 1902.

Rudolf Mewes. Leitungswiderstand bezw. -vermögen von Metallen, Legirungen und gelösten Elektrolyten. Elektrot. ZS. 9, 80—89, 1902.

W. F. Barrett, W. Brown und R. A. Hadfield. Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit und die magnetischen Eigenschaften von mehr als hundert verschiedenen Eisen-Nickellegirungen. J. Inst. Electr. Engin. 156, 674—729, 1902.

Br. Sabat. Ueber das Leitvermögen der Gemische von Elektrolyten. ZS. f. phys. Chem. **41**, 224—231, 1902.

T. Barnes and **J. G. W. Johnson.** The Fall of Potential Method as Applied to the Measurement of the Resistance of an Electrolyte in Motion. Roy. Soc. Canada, 26. to 29. May 1902. [Science (N. S.) **15**, 1014, 1902.

32. Elektrochemie.

A. Einstein. Ueber die thermodynamische Theorie der Potentialdifferenz zwischen Metallen und vollständig dissociirten Lösungen ihrer Salze und über eine elektrische Methode zur Erforschung der Molecularkräfte. Ann. d. Phys. (4) **8**, 798—814, 1902.

Max Planck. Zur Thermodynamik und Dissociationstheorie binärer Elektrolyte. ZS. f. phys. Chem. **41**, 212—223, 1902.

M. Roloff. Die Theorie der elektrolytischen Dissociation (Forts. u. Schluss). ZS. f. angew. Chem. **15**, 561—567, 585—600, 1902.

A. Franchetti. Mesures sur les voltamètres à électrodes d'aluminium soumis à des différences de potentiel alternatives. Elettricista **11**, 29—32, 1902. [L'éclair. électr. **32**, XVII, 1902.

E. Brauer. Ueber das elektrische Verhalten des Chroms bei der Auflösung in Säuren. 48 S. Leipzig, 1901.

C. Christiansen. Unipolare elektrische Ströme in Elektrolyten. Ann. d. Phys. (4) **8**, 787—797, 1902.

F. Foerster und **A. Friessner.** Zur Kenntniss der Elektrolyse wässeriger Lösungen an platinirten Anoden und über elektrolytische Dithionatbildung. Chem. Ber. **35**, 2515—2519, 1902.

Erich Müller. Elektromotorisches Verhalten der unterchlorigen Säure und Chlorsäure. ZS. f. Elektrochem. **8**, 425—439, 1902.

J. J. van Laar. De asymmetrie der electro-capillaircurve. Versl. Amsterdam 1902, 753—768.

J. Stark. Der Ionenstoss als Ionisator in neueren Versuchen. Ann. d. Phys. (4) **8**, 815—828, 1902.

Langevin. Recherches sur les gaz ionisés. Soc. Franç. de Phys. Nr. 184, 2—4, 1902.

J. Stark. Einfluss der Temperatur auf die Ionisirung durch Ionenstoss. Ann. d. Phys. (4) **8**, 829—841, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

P. Janet. L'Arc voltaique. Propriétés générales. Expériences nouvelles. Rev. gén. des sc. **13**, 416—422, 1902.

J. Stark. Die Elektricität in Gasen. Leipzig, J. A. Barth, 1902.

J. Borgmann. Ueber die Wirkung eines Magnetfeldes auf das Leuchten eines verdünnten Gases rings um einen Draht, welcher an einen Inductorpol angeschlossen ist. Phys. ZS. **3**, 433—440, 1902.

J. J. E. Durack. Lenard Rays. Phil. Mag. (6) **4**, 29—45, 1902.

W. Wien. Ueber Fluorescenzerregung der Canalstrahlen an Metalloxyden. Phys. ZS. **3**, 440—441, 1902.

Albert Nodon. Recherches sur les phénomènes actino-électriques. C. R. **134**, 1491—1493, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

L. Benoist. Lois de transparence de la matière pour les rayons X. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 204—219.

P. Curie et **G. Sagnac.** Électrisation négative des rayons secondaires issus de la transformation des rayons X. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1901, 179—187.

Campanile et **Di Ciommo.** Sur une propriété communiquée par l'air roentgenisé aux vapeur. Elettricista **11**, 69, 1902. [L'éclair. électr. **32**, XX, 1902.

86. Magnetismus.

William Gilbert of Colchester, Physician of London, on the Magnet, Magnetic Bodies also, and on the Great Magnet the Eearth. 246 pp. Published in Latin 1600. Translated and edited for the Gilbert Club 1900 with notes by Prof. S. P. Thompson.

W. F. Barrett, W. Brown und **R. A. Hadfield.** Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit und die magnetischen Eigenschaften von mehr als hundert verschiedenen Eisen-Nickellegirungen. Journ. Inst. Electr. Engin. **156**, 674—729, 1902.

H. Nagaoka and **K. Honda.** On the Magnetostriction of Steel, Nickel, Cobalt and Nickel-Steels. Phil. Mag. (6) **4**, 45—72, 1902.

A. P. Wills. On magnetostriction in Bismuth. Phys. Rev. **15**, 1—6, 1902.

H. Armagnat. Nouveaux perméamètres. L'éclair. élect. **32**, 54—61, 1902.

C. Runge. Ueber den Zeemaneffect der Serienlinien. Phys. ZS. **3**, 441—442, 1902.

C. Runge und **F. Paschen.** Ueber die Zerlegung einander entsprechender Serienlinien im magnetischen Felde. Berl. Ber. 1902, 720—730.

Will C. Baker. On the Hall Effect in Gold for Weak Magnetic Fields. Phil. Mag. (6) **4**, 72—84, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

V. Crémieu. Sur les effets électrostatiques d'une variation magnétique. C. R. **134**, 1423—1425, 1902.

88. Elektrodynamik. Induction.

Vasilesco Karpen. Principe relatif à la distribution des lignes d'induction magnétique. Bull. Bucarest **11**, 48—50, 1902.

James Edmund Ives. Contributions to the study of the induction Coil. II. Phys. Rev. **15**, 7—19, 1902.

89. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

B. Borchardt. Die Entstehung und Bildung des Sonnensystems. Nat. Rdsch. 17, 28, 360, 1902.
J. Scheiner. Remarks on Professor Kayser's Article „Spectral Phenomena Connected with the Cooling of very hot Stars". Astrophys. J. 15, 5, 342, 1902.
Prosper Henry. Influence de la grandeur photographique des étoiles sur l'échelle de réduction d'un cliché. C. R. 134, 25, 1483—1486, 1902.

1 B. Planeten und Monde.

E. Barnard. Die Durchmesser von Planeten und Monden. Prometheus 13, 664, 639, 1902.
E. Rogowsky. Kinetic Theory of Planetary Atmospheres. Nat. 66, 1705, 222, 1902.
L. Picart. Sur une hypothèse concernant l'origine des satellites. C. R. 134, 24, 1409, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

Vogel u. **Wilsing.** Untersuchungen über die Spectra von 528 Sternen. Publ. Astrophys. Obs. zu Potsdam 12, 1—74, 1902.
H. C. Vogel. Radial Velocity of the Orion Nebula. Astrophys. J. 15, 5, 302—309, 1902.
Edward C. Pickering. A new Algol Variable $+43^0$ 4101′. Astrophys. J. 15, 5, 343—346, 1902.
Edwin B. Frost. The Spectroscopic Binary-β-Cephei. Astrophys. J. 15, 5, 340—341, 1902.

1 D. Die Sonne.

W. J. Humphreys. Spectroscopic Results obtained during the Solar Eclipse of May 18, 1901. Astrophys. J. 15, 5, 313—332, 1902.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

A remarkable bolide observed at Lyons on March 19. Bull. de la soc. astronom. de France. Ref.: Nat. 66, 1704, 208, 1902.
Friedrich Berwerth. Der Meteoreisenzwilling von Mukerop, Bezirk Gibeon, Deutsch-Südwestafrika. Wien. Sitzber. 16, 1902, 212.

1 G. Zodiakallicht.

L. Décombe. Sur les variations de la lumière zodiacale. C. R. 134, 23, 1352—1353, 1902.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

J. van Halen. Was muss man von der Meteorologie oder Wetterkunde wissen? (70 S.) gr. 8°. Berlin, H. Steinitz, 1902.

Norman Lockyer and **William J. S. Lockyer.** A Short Period of Solar and Meteorological Changes. Nat. 66, 1706, 248—249, 1902.

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. 9. umgearb. u. verm. Aufl. v. Prof. Dr. Leop. Pfaundler. (In 3 Bdn.) Mit 2981 Abbildungen u. 13 Taf., zum Theil in Farbendr. 1 Bd. Neue verbesserte u. ergänzte Ausg. (XXII u. 896 S.) gr. 8°. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

Willis L. Moore. Das Weather-Bureau. Met. ZS. 19, 6, 279, 1902.

Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus. Hrsg. v. Prof. Dr. G. Hellmann. Nr. 14. 4°. Berlin, A. Asher u. Co.

J. Vallot. Annales de l'observatoire météorologique, physique et glaciaire du Montblanc (4358 m). Bd. 4 u. 5. 4°, 189 S., 61 Taf. Paris, G. Steinheil, 1900. Ref.: Peterm. Mitth. 48, 6, 106—107, 1902.

A. Lawrence Rotch. Observations and Investigations made at the Blue Hill Meteorological Observatory, Massachusetts, U. S. A. 1899—1900. Ann. of the Astronomical Observatory of Harvard College 43, 2. Cambridge. Published by the Observatory 1902.

Meteorologisk Aarbog for 1900. Udgevet af det danske meteorologiske Institut. Forste Del 146 Sider. 1 Folio (Gad).

Meteorological Council. Report for 1900—01. Appendices, Map and Plates, 8vo. Eyre u. S.

A. Klossovsky. Ann. d. l'Observatoire Magnétique et Météorologique d. l'Université Impériale. Odessa 7, 1901.

Edoardo Mazelle. Rapporto annuale dell' osservatorio astronomico meteorologico di Trieste contenente le osservazioni meteorologiche di Trieste e di alcune altre stazioni adriatiche per l' anno 1898. (Vol 15.) Trieste, 1901. In-4°, p. 106.

Jahrbuch, Deutsches meteorologisches, für 1900. Beobachtungssystem der Deutschen Seewarte. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an 10 Stationen II. Ordnung und an 50 Sturmwarnungsstellen, sowie stündliche Aufzeichnungen an 4 Normalbeobachtungsstationen. 33 (25. der meteorolog. Beobachtgn. in Deutschland). Hrsg. v. d. Direction der Seewarte (8, 181 S). Imp.-4°. Hamburg, L. Friedrichsen u. Co., 1901.

Jahrbuch des k. k. hydrographischen Centralbureaus. Hydrographischer Dienst in Oesterreich 7, 1899. Allgemeiner Theil und 14 Theile. Fol. Wien, W. Braumüller, 1901.

J. Hann. Täglicher Gang des Luftdruckes und der Temperatur zu San José de Costa Rica. Met. ZS. 19, 6, 273, 1902.

Meteorologische Beobachtungen im (sogenannten) arktischen Nordamerika. Met. ZS. 19, 6, 286, 1902.

J. Hann. Resultate der meteorologischen Beobachtungen am Observatorium zu Rousdon (England) 1884 bis 1900. Met. ZS. 19, 6, 286, 1902.

R. Gautier. Observations Météorologiques faites aux Fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1901. Résumé. Arch. sc. phys. et nat. 13, 6, 580—595, 1902.

Prof. **Virgilio Monti.** Meteorologia e climatologia della Grecia in Omero. Roma, 1901. In-8°. p. 24.

Uebersicht über die Witterung in Centraleuropa im April 1902. Wetter 19, 6, 140—141, 1902.

Osservazioni Meteoriche Fatte nel R. Osservatorio di Capodimonte Aprile 1902. Rendic. di Napoli (3) 8 (Anno 41), 4 e 5, 116, 1902.

Beobachtungen an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus Wien 15, Hohe Warte, im Monat April 1902. Wien. Sitzber. 15, 118, 1902.

A. Klossovsky. Revue Météorologique. Travaux du Réseau Météorologique du Sud-Ouest de la Russie 1900. (Deuxième Série.) 5. Odessa, 1902.
R. Gautier. Résumé Météorologique de l'année 1900 pour Genève et le grand Saint-Bernard. Arch. sc. phys. et nat. 107, 13, 1, 55—74, 148—181, 1902.
E. Pini. Osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1901 col riassunto completo delle medesime (R. osservatorio astronomico di Brera in Milano). Milano, 1902. In-8°. p. 57.
J. R. Sutton. Cold Weather in South-Africa. Nat. 66, 1706, 247, 1902.
P. Graebner. Die Haide Norddeutschlands und die sich anschliessenden Formationen in biologischer Betrachtung. Ref. v. C. Kassner. Met. ZS. 19, 6, 292—294, 1902.
F. Rehnelt. Uebersicht der meteorologischen Beobachtungen im botanischen Garten in Giessen 1896. Dreiunddreissigster Bericht d. Oberhessischen Gesellschaft d. Natur- u. Heilkunde 1899 bis 1902, 210—211.
E. Ihne. Phänologische Mittheilungen Jahrg. 1898 u. 1899. Dreiunddreissigster Bericht d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. Giessen, 1899 bis 1902, 5, 63—92.
R. Rolle. Die Lage des Riesengebirges, mit besonderer Betonung der klimatischen und pflanzengeographischen Verhältnisse. Leipzig, 1902. 8°. 50 S.
J. Hann. L. Teisserenc de Bort, Ueber die Temperaturabnahme mit der Höhe. Met. ZS. 19, 6, 272, 1902.
Helm. Clayton. Physiologische Wirkung des verdünnten Luftdruckes. Ref.: Met. ZS. 19, 6, 279—280, 1902.
Richard Assmann. Die örtlichen Bedingungen für die Anlage einer Drachenstation. Wetter 19, 6, 121—130, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

J. S. Diller, George Steiger. Discussion and Correspondence. Volcanic dust and sand from St. Vincent caught at sea and the Barbados. Science 15, 389, 947—950, 1902.
L. Boltzmann. Ueber den Gleichgewichtszustand eines schweren Gases. Met. ZS. 19, 6, 278, 1902.
Moureaux. Tintenregen in Paris. Ref.: Met. ZS. 19, 6, 272, 1902.
Nils Ekholm. Ueber die Höhe der homogenen Atmosphäre und die Masse der Atmosphäre. Met. ZS. 19, 6, 249—260, 1902.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

J. Hann. Interdiurne Temperaturveränderlichkeit in Mexico. Met. ZS. 19, 6, 281, 1902.
J. Hann. Die Temperatur des Mai in Wien. Met. ZS. 19, 6, 271—272, 1902.
Maikälte in England. Met. ZS. 19, 6, 272, 1902.

2 D. Luftdruck.

2 E. Winde und Stürme.

Bernard Brunhes. Le cyclone de Javaugues (Haute-Loire) du 3 Juin 1902. C. R. 134, 25, 1540—1542, 1902.

2 F. Wasserdampf.

Verdunstung zu Camden Square London. Met. ZS. 19, 6, 281, 1902.

2G. Niederschläge.

Veröffentlichung des Königl. Preuss. Meteorologischen Instituts. Hrsg. durch Dir. Wilh. v. Bezold. Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen in den Jahren 1897 und 1898 (LIX, 218 und 231 S, 2 farb. Karten). gr. 4°. Berlin, A. Asher u. Co., 1901.

H. R. Mill. Grosser Regenfall in England am 12. Juli 1900. Met. ZS. 19, 6, 280—281, 1902.

Chas. Baskerville and **H. R. Waller.** Black rain in North Carolina. Science 15, 391, 1034—1035, 1902.

Wilhelm Krebs. Die Schneekatastrophe bei Aomori. Globus 81, 17, 274—275, 1902.

2H. Atmosphärische Elektricität.

Victor Conrad. Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität. 9. Einige Bemerkungen zur Wolkenelektricität. Wien. Sitzber. 111, Abth. IIa, März 1902.

K. v. Wesendonk. Beobachtungen über Elektricitätszerstreuung. Naturw. Rdsch. 17, 24, 301—304, 1902.

K. v. Wesendonk. Nachtrag zu der Mittheilung betreffend Beobachtungen über Elektricitätszerstreuung. Naturw. Rdsch. 18, 29, 369, 1902.

H. Benndorf. Ueber ein mechanisch registrirendes Elektrometer für luftelektrische Messungen. Met. ZS. 19, 6, 282, 1902.

J. J. Landerer. Galvanometrische Beobachtungen ferner Gewitter. Met. ZS. 19, 6, 285, 1902.

P. E. Richter. Der Verlust an Menschenleben durch Blitzschläge in den Vereinigten Staaten von Amerika. Globus 82, 1, 10—11, 1902.

L. Schwarz. St. Elmsfeuer auf der Schneekoppe. Met. ZS. 19, 6, 289, 1902.

2I. Meteorologische Optik.

F. W. T. Krohn. Remarkable Sunsets at Madeira. Nat. 66, 1704, 199, 1902.

J. Edmund Clark. Sunset glows. Nat. 66, 1705, 223, 1902.

A. Ricco. Deformationen der untergehenden Sonne. Memorie della Società degli Spettrop. Italiani 31, 36—39, 1902. Ref.: Nat. Rdsch. 17, 28, 363, 1902.

William J. S. Lockyer. The Coloured Sunsets. Nat. 66, 1705, 223, 1902.

Weidefeld. Beobachtungen am Abendhimmel. Mitth. Ver. Freunde d. Astr. u. kosm. Phys. 12, 6, 63, 1902.

Franz Weitlaner. Einzelne Sonnenuntergänge und Dämmerungsformen in subtropischen und tropischen Gebieten. Met. ZS. 19, 6, 290—292, 1902.

Apparent Deformations of the Sun's Disc Near the Horizon. Nat. 66, 1706, 259, 1902.

T. C. Porter. The Halos of May 1, 8 and 22. Nat. 66, 1705, 223, 1902.

2K. Synoptische Meteorologie.

2L. Dynamische Meteorologie.

2M. Praktische Meteorologie.

P. Polis. Wetterdienst am Meteorologischen Observatorium zu Aachen. Wetter 19, 6, 141—143, 1902.

Börnstein. Wetterdienst. Wetter 19, 6, 143—144, 1902.

Wetterschiessen im Kaukasus. Prometheus 13, 664, 638, 1902.

T. D. Loppin. Ueber die verschiedenen Arten des Frostschutzes und ihre Resultate. Für gebildete Obstzüchter und Winzer herausgegeben von Wilh. Lambrecht, Fabrik meteorologischer Instrumente. Populärwissenschaftliche Mittheilungen d. praktischen Meteorologie II. Göttingen, 1902.



2 N. Kosmische Meteorologie.

V. Ventosa. Gewitter und Mondphasen. Met. ZS. **19**, 6, 289, 1902.

2 O. Meteorologische Apparate.

Das Darmer'sche Quecksilberbarometer. Aus: Die Höhenmessungen von Dr. Esch in Kamerun. Von Dr. v. Dankelmann. Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten **19**, 4, 1901. Met. ZS. **19**, 6, 284, 1902.

Ed. Becker. Ueber die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft. Der Mechaniker **10**, 13, 146—147, 1902.

2 P. Klimatologie.

J. Hann. W. v. Bezold: Ueber klimatologische Mittelwerthe für ganze Breitenkreise. Met. ZS. **19**, 6, 260—263, 1902.

Grohmann. Die klimatischen Verhältnisse des Königreiches Sachsen in ihrer Abhängigkeit von Luftdruck und Windursprung. (Schluss.) Wetter **19**, 6, 130—140, 1902.

V. Kremser. Klima von Potsdam. Ref.: Met. ZS. **19**, 6, 275, 1902.

Theodor Burtt. Klima von Pemba, Ostafrika. Met. ZS. **19**, 6, 285, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

The First Fruits of the German Antarctic Expedition. Nat. **66**, 1705, 223, 1902.

O. Nordenskjöld u. Leutn. **Duse.** Die schwedische Südpolar-Expedition. Peterm. Mitth. **48**, 6, 138—140, 1902. Ref. v. Wichmann.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Hans Loschner. Genauigkeitsuntersuchungen, Längenmessungen mit besonderer Berücksichtigung einer neuen Vorrichtung für Präcisions-Stahlbandmessung. Diss. 56 S. m. 15 Abbildgn. gr. 8°. Hannover, Gebr. Jänecke, 1902.

S. Stampfer. Theoretische und praktische Anleitung zum Nivelliren. 10. Aufl. Umgearb. v. Bergakad.-Prof. Ed. Dolezal (XIV u. 380 S. m. 86 Fig.). gr. 8°. Wien, C. Gerold's Sohn, 1902.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

A Theory of Volcanoes. Nat. **66**, 1705, 233, 1902.

Robt. H. Gordon. The Explosive Force of Volcanoes. Science **15**, 391, 1033—1034, 1902.

A. Brun. Notes pouvant servir de Base à une Théorie de l'explosion volcanique. Arch. science phys. et nat. **13**, 6, 596—601, 1902.

Emil Deckert. Martinique und sein Vulcanismus. Peterm. Mitth. **48**, 6, 133—136, 1902.

The West Indian Volcanic Eruptions. Nat. **66**, 1704, 203—204, 1902.

A. Lacroix. Les roches volcaniques de la Martinique. C. R. **134**, 23, 1369—1371, 1902.

G. de Lorenzo u. **C. Riva.** Il Cratere di Astroni nei Campi Flegrei, Rendic. di Napoli (3) 8 (Anno 41), 4, 5 Aprile e Maggio 1902, 107.
Ausbruch des Vulcans Gusi-Gran. Globus 82, 2, 36, 1902.

3 F. Erdbeben.

J. M. A new Form of Seismograph. Nat. 66, 1706, 260—261, 1902.
R. F. Gwyther. On the Conditions which render definite the Rate of Propagation of an Earth Tremor. Mem. and Proc. Manchester Society 1901—1902, 46, 6, 1—12. Juni 24th 1902.
Aug. Sieberg. Japanische Erdbebenstudien. Nat. Rdsch. 17, 29, 1902.
J. Milne. Seismic Frequency in Japan. Nat. 66, 1704, 202, 1902.
Earthquake Notes. Nat. 66, 1705, 234, 1902.
Hermann Credner. Die Vogtländischen Erderschütterungen in dem Zeitraume vom September 1900 bis zum März 1902, insbesondere die Erdbebenschwärme im Frühjahr und Sommer 1901. Berichte üb. Verhd. d. k. Sächs. Ges. d. Wissenschaft zu Leipzig 54, 2, 1902.

3 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

R. T. G. The First Magnetician, William Gilbert of Colchester, Physician of London, on the Magnet, Magnetic Bodies also and on the Great Magnet the Earth. pp. 246. Publ. in Latin 1600. Translated and edited for the Gilbert Club 1900 with notes by Prof. S. P. Tompson, F. R. S. Nat. 66, 1706, 249—251, 1902.
D. Eginitis. Sur une perturbation magnétique, observée à Athènes le 8 mai 1902. C. R. 134, 24, 1425—1426, 1902.
A. Paulsen. Vorläufige Mittheilungen über einige Arbeiten der dänischen Expedition in Utsjoki. Oversigt over det kgl. Dankes. Videnskabernes Selskabs Forhandlinger 1901, 2, 115.
Kr. Birkeland. Norwegische Erdmagnetische Expedition 1902—1903. Met. ZS. 19, 6, 283, 1902.
J. Liznar. Erdmagnetische Messungen in der Umgebung des Balalonsees. Ref.: L. Steiner. Met. ZS. 19, 6, 294, 1902.
Kr. Birkeland. Expédition Norvégienne de 1899—1900 pour l'étude des aurores boréales. Resultats des recherches magnétiques. Vidensk. selskabets Skrifter I Math. natur. Klasse 1901. Nr. 1. Udgivet for Fridtjof Nansens Fond. Christiania, En Commission chez Jacob Dybwad, 1901.
Arctic Magnetic Observations. Nat. 66, 1705, 227, 1902.
P. Cohn. Discussion des observations magnétiques faites dans la région centrale de Madagascar. C. R. 134, 23, 1339—1341, 1902.

3 H. Niveauveränderungen.

3 J. Orographie und Höhenmessungen.

3 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

Hermann Veit Graber. Geomorphologische Studien aus dem oberösterreichischen Mühlviertel. Peterm. Mitth. 48, 6, 121—132, 1902.

3 L. Küsten und Inseln.

3 M. Oceanographie und oceanische Physik.

J. Thoulet. Sur une série verticale de densités d'eaux marines en Mediterranée. C. R. 134, 24, 1459—1460, 1902.
J. D. F. Gilchrist. Oceanographical Investigations in South African Waters. Cape of Good Hope. Department of Agriculture Investigation in South Africa. Observations on the Temperature and Salinity of the Sea around the Cape Peninsula. Nat. 66, 1706, 260, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Étude et données sur l'hydrologie générale de la France, au point de vue de l'annonce des crues, publiées par M. Georges Lemoine avec la collaboration de Babinet. Bassins de la Garonne et de l'Adour. C. R. **134**, 24, 1409, 1902.

E. A. Martel. Sur la rivière souterraine de Trepail (Marne). C. R. **134**, 24, 1455—1457, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Ph. Glangeaud. Formation de nappes de glace sous l'influence de la chaleur dans les volcans d'Auvergne (La Nature, **29**, S. 178—179). Peterm. Mitth. **48**, 6, 105, 1902.

Andreas Holmsen. Isforholdene ved de northe indsjoer. Med 12 plancher og Résumé français. Vidensk. selkabets Skrifter I Mathematisk-naturv. Klasse 1901. Nr. 4. Udgivet for Fridtjof Nansens Fond. Christiania, I kommission hos Jacob Dybwad, 1902.

F. Machaček. Gletscherkunde. Leipzig, G. J. Göschen. 80.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **15. August 1902.** **Nr. 15.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 15 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 18. Juli bis 1. August 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

J. Bigood. Elementary Physics and Chemistry for Schools 2, 150 S. London, Longmans, 1902.

C. H. Henderson and **J. F. Woodhull.** Elements of Physics. 514 S. London, Hirschfeld, 1902.

Arth. Horowitz. Repetitorium der Chemie, Physik und Botanik für Chemiker, Pharmaceuten und Mediciner. 2 Bde. Berlin, R. Trenkel, 1902.

E. Musmacher. Kurze Biographien berühmter Physiker. 280 S. Freiburg i. Br., Herder'sche Verlagsbuchhandlung, 1902.

J. S. Ames. Marie-Alfred Cornu. Astrophys. Journ. 15, 299—301, 1902.

1b. Maass und Messen.

Comité intern. des Poids et Mesures. Procès-Verbaux des Séances (2) 1, 181 S. Session de 1901. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

The metric system of weights and measures. (Discussion.) Journ. Franklin Inst. 153, 401—418, 1902.

Wl. Gosiewski. Remarques sur la théorie du Calcul des Probabilités. Wiad. mat. 6, 76—88, 1902.

L. Hermann. Curvenanalyse und Fehlerrechnung. Arch. f. d. ges. Physiol. 89, 600—604, 1902.

L. Hermann. Zur Methodik der Geschwindigkeitsmessung im Nerven. Arch. f. d. ges. Physiol. 91, 189—194, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

Karl Noack. Apparate und Aufgaben für physikalische Schülerübungen. ZS. f. Unterr. 15, 193—200, 1902.
K. Fuchs. Ein Apparat zur Demonstration des Flächenprincips. ZS. f. Unterr. 15, 218, 1902.
W. Weiler. Aufsätze zur Schwungmaschine. ZS. f. Unterr. 15, 223—224, 1902.
E. Grimsehl. Die Demonstration von Seilwellen und die Bestimmung der Schwingungszahl der Töne mit Hülfe von schwingenden Saiten. ZS. f. Unterr. 15, 200—204, 1902.
H. Kellermann. Ein einfacher Lichtbrechungsapparat. ZS. f. Unterr. 15, 224, 1902.
Fred. J. Hillig. Zu Mach's Versuch über Wärmestrahlung. ZS. f. Unterr. 15, 224, 1902.
L. Münch. Die Feuersgefahr bei Glühlampen. ZS. f. Unterr. 15, 224, 1902.
Geschöser. Funkentelegraphie. ZS. f. Unterr. 15, 222—223, 1902.
Carl Wolletz. Einige Versuche zur Elektrostatik. ZS. f. Unterr. 15, 221—222, 1902.
R. Penkmayer. Ueber einen Apparat zur Demonstration des Coulomb'schen Gesetzes. ZS. f. Unterr. 15, 208—212, 1902.
E. Grimsehl. Demonstration des Spannungsabfalles in einer Leitung. ZS. f. Unterr. 15, 204—208, 1902.
M. Edelmann. Ein neuer Schulcompensator. Phys. ZS. 3, 465—468, 1902.

2. Dichte.

E. G. Clayton. Specific weights of various timbers. Chem. News 86, 26, 1902.
Adrien Jacquerod. Recherches sur les conductibilités électriques, les densités et les chaleurs spécifiques des solutions de Chlorure de Potassium et de Potasse caustique. 40 S. Thèse Genève, 1901.

3. Physikalische Chemie.

A. Stanley Mackenzie. The question of the divisibility of the atom. Journ. Franklin Inst. 153, 451—468, 1902.
E. H. Riesenfeld. Ueber den Molecularzustand von Jodkalium in Phenol. ZS. f. phys. Chem. 41, 346—352, 1902.
Julius Meyer. Zur Kenntniss des Selens. ZS. f. anorg. Chem. 31, 391—400, 1902.
A. Hantzsch. Structurisomerie bei Salzen. ZS. f. Elektrochem. 8, 484—485, 1902.
G. Bodländer und **O. Storbeck.** Beiträge zur Kenntniss der Cuproverbindungen. II. ZS. f. anorg. Chem. 31, 458—476, 1902.
E. van de Stadt. Bernsteinsäure und Phtalsäureanhydrid in ihrem Verhalten gegenüber Wasser. ZS. f. phys. Chem. 41, 353—369, 1902.
Wolfgang Pauli. Der colloidale Zustand und die Vorgänge in der lebendigen Substanz. 32 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.
Paul Rohland. Ueber die Ursachen der Hydratationsgeschwindigkeit einiger anorganischer Reactionen durch positive und negative Katalysatoren. ZS. f. anorg. Chem. 31, 437—444, 1902.
K. Kellner. Ueber das Verhalten von Brom gegen Entladungen hochgespannter elektrischer Ströme. ZS. f. Elektrochem. 8, 500—504, 1902.

3a. Krystallographie.

A. E. Tutton. Experimental researches on the constitution of crystals. Chem. News 86, 30—32, 41—43, 1902.

Walter Rosenhain. A Note on the Recrystallisation of Platinum. Proc. Roy. Soc. 70, 252—254, 1902.
A. Sachs. Ueber die Krystallform des Rothnickelkieses. Berl. Ber. 1902, 856—860.
G. Bruni e Padoa. Sulla formazione di cristalli misti per sublimazione. Lincei Rend. (5) 11 [1], 565—569, 1902.
Giorgio Spezia. Sulla trasformazione dell' opale xiloide in quarzo xiloide. S.-A. Atti di Torino. 10 S. 1902.
A. Prokopeczko. Sur les phénomènes lumineux qui accompagnent la cristallisation. Chem. Pols. 2, 169—177, 1902.

4. Mechanik.

J. G. Mac Gregor. Elementary Treatise on Kinematics. London, 1902.
E. Ronkar. Cours de Mécanique analytique. 2 vol. I. Dynamique. II. Statique et cinématique. Paris, 1902.
Johs. Haedicke. Die Lösung des Räthsels von der Schwerkraft durch die Versuche von Huyghens. Ein Beitrag zur wissenschaftlichen Weltanschauung. 48 S. Leipzig, Barth, 1902.
Hermann Frahm. Neue Untersuchungen im Schiffs- und Schiffsmaschinenbau auf der Werft von Blohm und Voss. Vortrag 73. Naturf.-Vers. zu Hamburg. [Phys. ZS. 3, 481—488, 1902.
Hermann Frahm. Neue Untersuchungen über die dynamischen Vorgänge in den Wellenleitungen von Schiffsmaschinen mit besonderer Berücksichtigung der Resonanzschwingungen (Schluss). ZS. d. Ver. D. Ing. 46, 880—888, 1902.

5. Hydromechanik.

P. Duhem. Recherches sur l'hydrodynamique. Ann. de Toulouse (2) 3, 315—377, 379—431, 1902.
Alexius Batschinski. Studien zur Kenntniss der Abhängigkeit der Viscosität der flüssigen Körper von der Temperatur und ihrer chemischen Constitution. Bull. de Moscou 1902, 1—23. [Chem. Centralbl. 2, 180—181, 1902.
Theodor Heymann. Ueber die innere Reibung von stromlosen und stromführenden Elektrolyten. 47 S. Diss. Zürich, 1901.

6. Aeromechanik.

B. D. Steele. An Accurate Method of Determining the Compressibility of Vapours. Chem. Soc., Juni 18, 1902. [Chem. News 86, 34, 1902.
J. W. Sandström. Ueber die Anwendung von Professor V. Bjerknes' Theorie der Wirbelbewegungen in Gasen und Flüssigkeiten auf meteorologische Beobachtungen in den höheren Luftschichten. K. Sv. Vetensk.-Akad. Handl. 33, Nr. 4, 46 S. 1900.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

S. Löffler. Ueber den Einfluss der Magnetisirung auf die Torsionselasticität des Eisens. 62 S. Zürich, 1901.

7b. Capillarität.

7c. Lösungen.

Hans Jahn. Entwurf einer erweiterten Theorie der verdünnten Lösungen. ZS. f. phys. Chem. 41, 257—301, 1902.

Eberhard Brauer. Ueber das elektrische Verhalten des Chroms bei der Auflösung in Säuren. Diss. 48 S. Leipzig, 1902.

G. Quincke. Ueber die Klärung trüber Lösungen. Verh. Naturhist.-med. Ver. Heidelberg (N. F.) **7**, Heft 1, 1902.

A. Gutbier. Ueber das flüssige Hydrosol des Goldes. ZS. f. anorg. Chem. **31**, 448—450, 1902.

A. Jaquerod. Recherches sur les conductibilités électriques, les densités et les chaleurs spécifiques des solutions de Chlorure de Potassium et de Potasse caustique. 40 S. Genève, 1901.

W. Herz. Dialysatorversuche mit Metallhydroxyden und -sulfiden. ZS. f. anorg. Chem. **31**, 454—457, 1902.

J. H. van 't Hoff und G. Bruni. Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XXVII. Die künstliche Darstellung von Pinnoit. Berl. Ber. 1902, 805—807.

7d. Diffusion.

L. Hermann. Versuche über die Wirkung von Entladungsschlägen auf Blut und halbdurchlässige Membranen. Arch. f. d. ges. Physiol. **91**, 164—188, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

A. Schoenrock. Verification einer Stimmgabel und Versuch einer photographischen Prüfungsmethode von Stimmgabeln. Bull. Petersburg **16**, 125—132, 1902. D. Mech.-Ztg. 1902, 123—125, 135—137.

A. Guillemin. Centre de gravité des accords binaires. C. R. **134**, 1579—1582, 1902.

L. Hermann. Ueber Synthese von Vocalen. Arch. f. d. ges. Physiol. **91**, 135—163, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

Egon R. v. Oppolzer. Erdbewegung und Aether. Wien. Ber. **111** [2a], 244—254, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

D. B. Brace. The group-velocity and the wave-velocity of light. Science (N. S.) **16**, 81—94, 1902.

J. William Gifford. The Refractive Indices of Fluorite, Quartz and Calcite. Roy. Soc. London, Febr. 13, 1902. [Nature **66**, 287—288, 1902.

Heinrich Kuhfahl. Zur Brechung des Lichts in Linsen. ZS. f. Unterr. **15**, 218—221, 1902.

Karl Strehl. Ueber Luftschlieren und Zonenfehler. ZS. f. Instrkde. **22**, 213—217, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

Eugène Néculcéa. Action de la self-induction dans la partie extrême ultraviolette des spectres d'étincelles. C. R. **134**, 1572—1575, 1902.

Eugène Néculcéa. Sur l'action de la self-induction dans la partie ultraviolette des spectres d'étincelles. C. R. 135, 25—27, 1902.

C. C. Hutchins. New heads to cyanogen bands. Astrophys. Journ. 15, 310—312, 1902.

C. Camichel et **P. Bayrac.** Nouvelle méthode permettant de caractériser les matières colorantes. Ann. de Toulouse (2) 3, 433—456, 1902.

W. N. Hartley, J. J. Dobbie and **A. Lauder.** The Absorption Spectra of Phloroglucinol and some of its Derivatives. Chem. Soc., Juni 18, 1902. [Chem. News 86, 44—45, 1902.

13. Photometrie.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

J. Precht. Luminescenz bei tiefen Temperaturen. Phys. ZS. 3, 457—459, 1902.

G. C. Schmidt. Ueber die Emanation des Phosphors. Phys. ZS. 3, 475—481, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

Zur Messung der Wellenlänge gebeugten Lichtes. Natur u. Offenbarung 47, 499—507, 1901. [ZS. f. Unterr. 15, 238—241, 1902.

K. v. Wesendonk. Ueber durch Beugung und verwandte Ursachen in den Dünsten der rauchenden Schwefel- wie Salpetersäure hervorgerufene Lichterscheinungen. Phys. ZS. 3, 459—461, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

A. Archetti. Beitrag zum Studium der Wirkungen des Lichtes. Chem.-Ztg. 26, 555, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 258.

17. Physiologische Optik.

18. Optische Apparate.

Neues Präcisionsspectrometer. Der Mechaniker 10, 158—159, 1902.

C. Leiss. Krystallpolymeter nach C. Klein. ZS. f. Instrkde. 22, 201—209, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

A. Denizot. Sur l'expression analytique du second principe de la Thermodynamique. Wiad. mat. 6, 56—66, 1902.

F. A. H. Schreinemakers. Dampfdrucke im System: Wasser, Aceton und Phenol. III. ZS. f. phys. Chem. 41, 331—345, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

19d. Technische Anwendungen.

H. Münster. Tabellen der Kälteleistung und des Kraftbedarfs pro 1 cbm verdampfender CO_2. Eis- u. Kälte-Industrie **4**, 9—12, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

James Dewar and **Fullerian.** Coefficients of the Cubical Expansion of Ice, Hydrated Salts, Solid Carbonic Acid and other Substances at Low Temperatures. Proc. Roy. Soc. **70**, 237—246, 1902.

Carl Forch. Volumausdehnung des Seewassers. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Abtheilung Kiel (N. F.) **6**, 143—152, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

De Forcrand. Sur l'hydratation de l'oxyde de zinc. C. R. **135**, 36—39, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

C. Doelter. Ueber zwei neue elektrische Oefen und über Schmelzpunktsbestimmungen. Centralbl. f. Min. 1902, 426—430.

T. W. Hogg. The Melting-Point of Chronium. Chem. News **86**, 35, 1902.

Henry Fay u. **C. B. Gillson.** Die Legirungen von Blei und Tellur. Amer. Chem. Journ. **27**, 81—95, 1902. [ZS. f. phys. Chem. **41**, 376, 1902.

William Campbell u. **John A. Mathews.** Die Aluminiumlegirungen. Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 253—266, 1902. [ZS. f. phys. Chem. **41**, 397, 1902.

Henry Fay u. **Harrison Everett Ashley.** Die Legirungen von Antimon und Tellur. Amer. Chem. Journ. **27**, 95—105, 1902. [ZS. f. phys. Chem. **41**, 376, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

C. Barus. On a Method in hygrometry. Science (N. S.) **16**, 33—34, 1902.

Georges Claude. Sur la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur récupérable. C. R. **134**, 1568—1570, 1902.

D'Arsonval. Remarques au sujet de la Note de M. G. Claude. C. R. **134**, 1570—1571, 1902.

L. Cailletet. La liquéfaction industrielle de l'air. C. R. **134**, 1571, 1902.

23. Calorimetrie.

P. W. Robertson. Atomic and Molecular Heats of Fusion. Proc. Chem. Soc. **18**, 131—132, 1902.

Adrien Jaquerod. Recherches sur les conductibilités électriques, les densités et les chaleurs spécifiques des solutions de Chlorure de Potassium et de Potasse caustique. 40 S. Thèse. Genève, 1901.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

Franz Arthur Schulze. Ueber das Verhalten einiger Legirungen zum Gesetze von Wiedemann und Franz. Habilitationsschrift Marburg. 43 S. Leipzig, Barth, 1902.

24 b. Wärmestrahlung.

W. Stekloff. Problème de refroidissement d'une barre hétérogène. Ann. de Toulouse (2) 3, 281—313, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

M. Chassagny. Manuel théorique et pratique d'électricité. 366 S. Paris, Hachette et Cie, 1902.

Franciszek Richarz. Resultats des recherches modernes sur l'électricité, traduit de l'allemand par M. Bronislaw Goldman. III u. 163 S. Warschau, 1902.

L. Pilgrim. Elementare Ableitung des Potentials einer gleichmässig geladenen Kugelzonenfläche in einem Punkt ihrer Axe. ZS. f. Unterr. 15, 212—215, 1902.

William S. Day. An Experiment Relating to the Application of Lagrange's Equations of Motion to Electric Currents. New York Acad. of Sc. [Science (N. S.) 16, 63, 1902.

G. Marconi. The effect of daylight upon the propagation of electromagnetic impulses over long distances. Roy. Soc. June 12, 1902. [Electrician 49, 521, 1902.

Alberto Masini. Di una disposizione opportuna per aumentare l'effetto delle onde elettromagnetiche sovra un circuito. Cim. (5) 3, 455—456, 1902.

T. Levi-Civita. Influenza di uno schermo conduttore sul campo elettromagnetico di una corrente alternativa parallela allo schermo. Cim. (5) 3, 442—455, 1902.

H. B. Jackson. On some Phenomena affecting the Transmission of Electric Waves over the Surface of the Sea and Earth. Proc. Roy. Soc. 70, 254—272, 1902.

G. Marconi. A magnetic detector of electric waves which can be employed as a receiver for space telegraphy. Royal Soc. June 12, 1902. [Electrician 49, 520—521, 1902.

J. Fényi. Sur la nature du cohéreur. C. R. 135, 30—32, 1902.

Hj. Tallqvist. Ueber die Elektricitätsbewegung in verzweigten Stromkreisen mit Induction und Capacität. Acta Soc. Fenn 38, 1—696 u. I—CCLXXII, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

27. Elektrostatik.

G. Eckström. Ueber den zeitlichen Verlauf der Ladungserscheinungen in Condensatoren. 35 S. Zürich, 1901.

George J. Burch. Contributions to a Theory of the Capillary Electrometer. I. On the Insulation Resistance of the Capillary Electrometer and the Minimum Quantity of Electricity required to produce a Visible Excursion. Proc. Roy. Soc. 70, 221—226, 1902.

28. Batterieentladung.

Johannes Stark. Die Elektricität in Gasen. XXVIII u. 509 S. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1902.

K. v. Wesendonk. Notiz über Spitzenentladungen durch Teslaströme. Phys. ZS. 3, 462, 1902.

29. Galvanische Ketten.

W. Jaeger. Ueber Normalelemente. ZS. f. Elektrochem. **8**, 485—493, 1902.
R. Luther. Ueber Normalelemente. ZS. f. Elektrochem. **8**, 493—496, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

E. Grimsehl. Eine zerlegbare Tangentenbussole. Phys. ZS. **3**, 462—465, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

Ernst Ruhmer. Ueber die Empfindlichkeit und Trägheit von Selenzellen. Phys. ZS. **3**, 468—474, 1902.
Franz Arthur Schulze. Ueber das Verhalten einiger Legirungen zum Gesetz von Wiedemann und Franz. Habilitationsschrift Marburg. 43 S. Leipzig, Barth, 1902.
L. Demolis. Conductibilités électriques des mélanges de Chlorure de Sodium et de Soude caustique. 50 S. Genève, 1901.
Adrien Jaquerod. Recherches sur les conductibilités électriques, les densités et les chaleurs spécifiques des solutions de Chlorure de Potassium et de Potasse caustique. 40 S. Thèse. Genève, 1901.
Gustave Le Bon. Action dissociante des diverses régions du spectre sur la matière. C. R. **135**, 32—35, 1902.
A. Pochettino ed **A. Sella.** Conduttività elettrica acquistata dall' aria proveniente da una soffieria ad acqua. Lincei Rend. (5) **11** [1], 527—531, 1902.
Johannes Stark. Die Elektricität in Gasen. XXVIII u. 509 S. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1902.
Georges Moreau. Sur la vitesse des ions d'une flamme salée. C. R. **134**, 1575—1577, 1902.

32. Elektrochemie.

M. Centnerszwer. La théorie des ions; son développement historique et ses tendences actuelles. Exposé des principes fondamentaux de l'Électrochimie. Warschau, G. Centnerszwer, 1902.
Max Roloff. Die Theorie der elektrolytischen Dissociation. ZS. f. angew. Chem. **15**, 525—537, 561—567, 585—600, 1902.
Theodore W. Richards und **George W. Heimrod.** Ueber die Genauigkeit des verbesserten Voltameters. ZS. f. phys. Chem. **41**, 302—330, 1902.
Berthelot. Sur la relation entre l'intensité du courant voltaique et la manifestation du débit électrolytique. C. R. **135**, 5—8, 1902.
Richard Lorenz. Zur Elektrolyse geschmolzener Salze. ZS. f. anorg. Chem. **31**, 385—390, 1902.
G. Auerbach. Ueber die Elektrolyse von geschmolzenem Jodblei und Chlorblei in Rücksicht auf die Anwendung des Faraday'schen Gesetzes und die Theorie geschmolzener Salze. 48 S. Zürich, 1901.
F. W. Küster. Ueber das elektrochemische Verhalten des Schwefels. ZS. f. Elektrochem. **8**, 496—500, 1902.
F. G. Donnan and **H. Bassett.** The Colour Changes Exhibited by the Chlorides of Cobalt and some other Metals from the Standpoint of the Theory of Electro-affinity. Chem. Soc. June 18, 1902. [Chem. News **86**, 33, 1902.
W. Hittorf. Das Verhalten der Diaphragmen während der Elektrolyse wässeriger Lösungen. ZS. f. Elektrochem. **8**, 481—484, 1902.
A. Leduc. Sur l'électrolyse de l'azotate d'argent. C. R. **135**, 23—25, 1902.
H. J. van 't Hoff. Die Reinigung des Trinkwassers durch Ozon. ZS. f. Elektrochem. **8**, 504—507, 1902.

83. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

85. Elektrisches Leuchten.

Johannes Stark. Die Elektricität in Gasen. XXVIII u. 509 S. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1902.

W. Wien. Investigations of the electric discharge in rarefied gases. Electrician **49**, 523—525, 1902.

Gustave Le Bon. La lumière noire et les phénomènes actino-électriques. C. R. **135**, 35—36, 1902.

G. C. Schmidt. Ueber die chemischen Wirkungen der Kathodenstrahlen. Phys. ZS. **3**, 474—475, 1902.

85a. Röntgenstrahlen.

R. Blondlot. Action des rayons X sur de très petites étincelles electriques. C. R. **134**, 1559—1560, 1902.

Infroit et Gaiffe. Précautions à prendre en radiographie avec les bobines de Ruhmkorff. C. R. **134**, 1571—1572, 1902.

86. Magnetismus.

Silvanus P. Thompson. The First Magnetician. Nature **66**, 272, 1902.

A. Roth. Nullmethode für magnetische Messungen. Elektrot. ZS. **23**, 654—655, 1902.

H. Armagnat. Nouveaux permamètres. L'éclair. électr. **32**, 114—120, 1902.

Ad. Jouve. Sur le magnétisme des ferro-siliciums. C. R. **134**, 1577—1579, 1902.

S. Löffler. Ueber den Einfluss der Magnetisirung auf die Torsionselasticität des Eisens. 62 S. Zürich, 1901.

Domenico Mazzotto. Effetto di lunghi rinvenimenti a varie temperature sulle costanti magnetiche del ferro. Cim. (5) **3**, 417—442, 1902.

W. Voigt. Sul fenomeno Majorana. Lincei Rend. (5) **11** [1], 505—507, 1902.

Quirino Majorana. Sulla birifrangenza magnetica e su altri fenomeni che l'accompagnano. Lincei Rend. (5) **11** [1], 531—539, 1902.

C. Runge and **F. Paschen.** On the separation of corresponding series lines in the magnetic field. Astrophys. Journ. **15**, 333—339, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

V. Crémieu. Nouvelles recherches sur les courants ouverts. C. R. **135**, 27—30, 1902.

88. Elektrodynamik. Induction.

89. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

G. Campbell. Revolution in the Science of Cosmology. London, 1902.
Arthur Schuster. The Evolution of Solar Stars. Royal Philosophical Society of Glasgow 1901—1902.

1 B. Planeten und Monde.

Loewy et **P. Puiseux.** Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire: observations suggerées par le cinquième et le sixième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune publié par l'Observatoire de Paris. C. R. **134**, 26, 1545—1549, 1902.
J. Kramer. Theorie der kleinen Planeten. Die Planeten vom Hecuba-Typus. Abhandl. Ges. Wiss. 1902. gr. 4°. 152 S. Göttingen.
Hugo Buchholz. Untersuchungen der Bewegung vom Typus 2/3 im Problem der drei Körper und der Hilda-Lücke im System der kleinen Planeten auf Grund der Gylden'schen Störungstheorie 1. Wien, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

1 D. Die Sonne.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

W. F. Denning. The August Meteoric Shower. Nature **66**, 1708, 309—310, 1902.
Bright Meteor of July 13. Nature **66**, 1707, 281—282, 1902.
Oliver C. Farrington. A New Meteorite from Kansas. Science **16**, 393, 67—68, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Subvention à accorder à une enquête sur les conditions météorologiques dans les couches supérieures de l'Atmosphère. Overs. kong. Videnskab Selskabs Forhandl. 1902, 2, 4—5.
Die Witterung an der deutschen Küste im Mai 1902. Ann. d. Hydr. **30**, 7, 365—368, 1902.
Reinicke. Temperaturwerthe und Niederschlagsmengen zu Neufahrwasser in den Jahren 1876—1900. Ann. d. Hydr. **30**, 7, 335—336, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

Th. Moureaux. Sur la pluie d'encre du 7 mai 1902. Ann. soc. mét. de France **50**, Juni 1902, 121—122.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

Ch. Dufour. Nombre de jours de gelée au Parc Saint Maur. Ann. soc. mét. de France **50**, Juni 1902, 126—128.

2 D. Luftdruck.

P. Coeurdevache. Variation du baromètre entre deux jours consécutifs en janvier. Ann. soc. mét. de France 50, Juni 1902, 123—126.

2 E. Winde und Stürme.

Der Bora-Sturm im nördlichen Adriatischen Meere am 31. Jan. u. 1. Febr. 1902. Ann. d. Hydr. 30, 7, 327—331, 1902.

2 F. Wasserdampf.

E. Marchand. Sur les Altitudes des nuages inférieurs et supérieurs et sur la constitution des nuages inférieurs dans la Région des Pyrénées voisine du Pic-Du-Midi. Ann. soc. mét. de France 50, Juni 1902, 114—119.

2 G. Niederschläge.

J. Hann. Die Schwankungen der Niederschlagsmengen in grösseren Zeiträumen. Wien. Sitzber. 111, 1—2, 67—186, 1902.
R. de C. Ward. Rainfall Variations. Science 16, 393, 75, 1902.
E. Roger. Neige du 7 mai 1902 à Châteaudun. Ann. soc. mét. de France 50, Juni 1902, 123.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

2 I. Meteorologische Optik.

R. de C. Ward. Iridescent Clouds. Science 16, 392, 32—33, 1902.
A. S. Herschel. Heights of Sunset After-glows in June 1902. Nature 66, 1708, 294—296, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

2 M. Praktische Meteorologie.

2 N. Kosmische Meteorologie.

F. H. Bigelow. Eclipse Meteorology. Science 16, 393, 74—75, 1902.

2 O. Meteorologische Apparate.

C. Barus. On a Method in Hygrometry. Science 16, 392, 33—34, 1902.

2 P. Klimatologie.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Bestimmung der Intensität der Schwerkraft auf 20 Statioen an der Westafrikanischen Küste von Rio del Rey (Kamerun-Gebiet) bis Kapstadt. Ann. d. Hydr. 30, 7, 369, 1902.
Die Fixpunkte des schweizerischen Präcisionsnivellements. Les repères du nivellement de précision de la Suisse. Hrsg. durch das eidgenöss.-topograph. Bureau. 13 Lfgn. Fol. Bern (A. Franke). 13. Martinsbruck—Ponte—Silvaplana, Tiefencastel, Julier. Silvaplana. Maloggia. Chiavenna. Splügen. Thusis. V, 75 S. m. z. Thl. farb. Fig. u. 1 Karte.
Some new Forms of Geodetical Instruments. Nature 66, 1707, 276—277, 1902.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

Thierry. Sur l'éruption volcanique du 8 mai à la Martinique. C. R. **135**, 1, 7. Juli 1902, 71—72.

8 F. Erdbeben.

Contarini. Sulla determinazione dei moti sismici. Atti del Real. Accad. Lincei **10**, 5, 143—150, 1902.

Mittheilung der Horizontalpendel-Station Hamburg. 9. Sept. 1901 bis 10. Oct. 1901. ZS. d. deutsch. geol. Ges. **53**, 1902.

M. Contarini. Sul problema generale della sismografia. Nota 4. Atti Real. Accad. d. Lincei **11**, 12, 519—527, 1902.

Emilio Oddone. Ricerche Strumentali in Sismometria con Apparati Pendolari. Cim. **5**, 195—201, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Th. Moureaux. Sur les perturbations magnétiques des 8 et 9 mai 1902. Ann. soc. mét. de France **50**, Juni 1902, 122—123.

B. W. Stankewitsch. Magnetische Messungen, ausgeführt im Pamir im Sommer 1900. Wien. Sitzber. **111**, 1—2, 276—295, 1902.

Veröffentlichungen des hydrographischen Amtes d. k. u. k. Kriegsmarine in Pola. Nr. 13 und 14. Imp.-4°. Pola. Wien, Gerold u. Co. in Comm. 13. Gruppe. 4. Erdmagnetische Reisebeobachtung.

J. E. Cullum. Report of Absolute Magnetic Observations at the Valencia Observatory (Cahireiveen de Kerry) 1899, 1900 and 1901. Proc. of the Royal Society **70**, 462, 247—249, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Martin Knudsen. Berichte über die Constantenbestimmungen der hydrographischen Tabellen von Carl Forch Martin Knudsen und S. P. L. Sorensen. Mémoires de l'Académie Royale de Danemark, (6) Section des Sciences **12**, 1, 1902.

Thoulet et **Chevallier** Sur la densité des eaux océaniques. C. R. **134**, 26, 1606—1607, 1902. (Extrait).

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Edmond Maillet. Sur la prévision des débits Minima des sources de la Vanne. Ann. soc. mét. de France **50**, Juni 1902, 109—114.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

A. Holmsen. Isforholdene ved de Norske Indsöer. Christiania (Vid-Selk. Skr.) 1902. 8°. 271 S. m. 12 Tafeln.

A. Penck u. **E. Brückner.** Die Alpen im Eiszeitalter. Lief. 2, 113—224. Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik

Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **30. August 1902.** **Nr. 16.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik“ soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 16 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 1. bis 12. August 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik“ enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

W. Jerome Harrison. Junior Chemistry and Physics. VI u. 224 S. London, Blackie and Son, 1902.

J. H. van 't Hoff. Raoult Memorial Lecture. Journ. Chem. Soc. **81**, 969—981, 1902.

Wissenschaftliche Abhandlungen der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission. III. Heft. Untersuchungen über Capillarität und Benetzungserscheinungen. VII u. 231 S. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1902. (Wegen des Inhalts vergl. Cap. 7 b.)

James Mac Mahon. Some recent applications of function theory to physical problems. Amer. Ass. for the Advanc. of Sc. [Science (N. S.) **16**, 121—130, 1902.

Hans Januschke. Ueber den Bildungswerth der Naturwissenschaften. Vortrag. Vierteljahrsber. d. Wien. Ver. z. F. d. Unterr. **7**, 180—193, 1902.

Karl Thomae. Die Naturwissenschaft als Grundlage der allgemeinen Bildung. Vortrag. Unterrbl. f. Math. u. Naturw. **8**, 73—82, 1902.

1b. Maass und Messen.

R. Etzold. Messung kleiner Zeittheile. Phot. Alman. **22**, 41—47, 1902.

H. C. Plummer. Note on the Principle of the Arithmetic Mean. Monthly Not. Roy. Astron. Soc. **62**, 545—551, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

Jos. Herde. Beitrag zur Theorie des Bunsenbrenners und ein neuer Oelgasbrenner. ZS. f. angew. Chem. **15**, 677—678, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 413—414.

J. J. Taudin Chabot. Eine neue Fallmaschine. Phys. ZS. **3**, 489—491, 1902.

W. S. Franklin. Lecture Room, Demonstrations of Astigmatism and of Distortion. Phys. Rev. **15**, 119—120, 1902.

Chas. J. Knipp. A Method for Maintaining Intermediate Temperatures. Phys. Rev. **15**, 125—126, 1902.

Rhehostat mit zwei Walzen. Ber. Leppin und Masche **1**, 20, 1902.

2. Dichte.

3. Physikalische Chemie.

W. Ostwald u. **R. Luther.** Hand- und Hülfsbuch zur Ausführung physikochemischer Messungen. XII u. 492 S. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1902.

Lord **Kelvin.** On the Weights of Atoms. Phil. Mag. (6) **4**, 177—198, 1902.

W. Clarence Ebaugh. The Atomic Weight of Arsenic. Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 489—498, 1902.

Mme **Curie.** Sur le poids atomique du radium. C. R. **135**, 161—163, 1902.

J. W. Mellor u. **E. J. Russell.** Die Darstellung von reinem Chlor und sein Verhalten gegen Wasserstoff. Proceedings Chem. Soc. **18**, 166—167, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 323—324.

J. W. Mellor. Ueber die Vereinigung von Wasserstoff und Chlor. Proceedings Chem. Soc. **18**, 169—170 und 170, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 324.

Rudolf Wegscheider. Einfluss der Constitution auf die Affinitätsconstanten organischer Säuren. Vortrag, Phys. Chem. Ges. Wien, 22. April 1902. [Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. d. Unterr. **7**, 179—180, 1902.

Meyer Wilderman. On the Velocity of Reaction before Complete Equilibrium and the Point of Transition are reached etc. Part II. Phil. Mag. (6) **4**, 270—277, 1902.

3a. Krystallographie.

S. F. Glinka. Allgemeines Lehrbuch der Krystallographie. 2. Aufl. 258 S. Petersburg, 1902 (russisch).

A. H. Hiorns. Metallography. Introduction to the study of the Structure of Metals, chiefly by aid of the Microscope. London, 1902.

Walter Rosenhain. A note on the recrystallisation of platinum. Chem. News **86**, 49—50, 1902.

A. E. Tutton. Experimental researches on the constitution of crystals (Schluss). Chem. News **86**, 53—54, 1902.

F. Tonkovite. Sulla variazione angolare dei cristalli per effetto della temperatura. Atti Accad. Pelorit. **16**, 1902.

H. W. Foote. Mixed Crystals of Silver Chlorate and Sodium Chlorate and their Solutions. Amer. Chem. Journ. **27**, 345—354, 1902. [Journ. Chem. Soc. **82**, Abstr. II, 453, 1902.

L. Bombicci. Alcune obbiezioni circa i sopposti Cristalli liquidi ed i pretesi Cristalli viventi. 14 S. Mem. Bologna, 1901.

E. A. Wülfing. Ueber eine neue Methode zur Orientirung der Plagioklase. ZS. f. Kryst. **36**, 403—407, 1902.

V. Goldschmidt. Ueber Winkelprojectionen. ZS. f. Kryst. **36**, 388—402, 1902.

4. Mechanik.

N. B. Delaunay. Lehrbuch der theoretischen Mechanik. 432 S. Petersburg, 1902 (russisch).

E. Mach. Science of Mechanics. Translated from the German by T. J. Mc Cormack. 2. ed. London, 1902.

Th. Schwartze. Dynamische Betrachtungen über mechanische Fundamentalbegriffe. Unterrbl. f. Math. u. Naturw. 8, 87—90, 1902.

E. Daniele. Intorno ad alcuni particolari movimenti di un punto sopra una superficie. Lincei Rend. (5) 11 [2], 4—11, 1902.

Rudolf Skutsch. Graphische Zerlegung einer Kraft in sechs Componenten mit vorgeschriebenen Wirkungslinien. Sitzber. d. Berl. Math. Ges. 1, 59—62, 1902.

Hugo Buchholz. Untersuchung der Bewegung vom Typus $^2/_3$ im Problem der drei Körper und der „Hilda Lücke“ im System der kleinen Planeten auf Grund der Gyldén'schen Störungstheorie. 1. Wien. Denkschr. 72, 309—473, 1902.

5. Hydromechanik.

G. van der Mensbrugghe. Sur un paradoxe hydrodynamique. Bull. de Belg. 1902, 292—297.

Fr. Klein. Mechanische Wirkungen schwingender Körper. Sitzber. physiol. Ver. Kiel 1899/1900, 40—44, 1901.

6. Aeromechanik.

B. D. Steele. An Accurate Method of Measuring the Compressibilities of Vapours. Journ. Chem. Soc. 81, 1076—1086, 1902. Proceedings Chem. Soc. 18, 165, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

H. Reissner. Mechanische Analogie zur Elasticität. Sitzungsber. d. Berl. Math. Ges. 1, 40—43, 1902.

J. Burkitt Webb. A Possible New Law in the Theory of Elasticity. Amer. Ass. for Advanc. of Science. [Science (N. S.) 16, 134, 1902.

E. Ascione. Nuova contribuzione sulla resistenza alla flessione. Atti Accad. Pelorit. 16, 1902.

G. Fano. Sul modo di calcolare la torsione di una linea geodetica sopra un superficie qualcunque. Atti Accad. Pelorit. 16, 1902.

Andrew Gray and Alexander Wood. On the Effect of a Longitudinal Magnetic Field on the Internal Viscosity of Wires of Nickel and Iron, as shown by Change of the Rate of Subsidence of Torsional Oscillations. Proc. Roy. Soc. 70, 294—302, 1902.

Oswald Meyer. Welchen Einfluss übt die Form und Dimension der Probestäbe auf die Ergebnisse der Zugversuche. Mitth. k. k. Technol. Gewerbe-Mus. Wien (N. F.) 12, 91—134, 1902.

E. G. Coker. On the Effect of Low Temperature on the Recovery of Overstrained Iron and Steel. Phys. Rev. 15, 107—118, 1902.

7b. Capillarität.

Domke. Capillaritätsuntersuchungen nach der Methode der Steighöhen. Wiss. Abh. d. Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission 3, 1—99, 1902.

Leo Grunmach. Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten durch Messung der Wellenlänge der auf ihnen erzeugten Capillarwellen. Wiss. Abh. d. Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission 3, 101—198, 1902.

W. Bein. Benetzungsrückstände bei Inhaltsermittelung von Massen. Wiss. Abh. d. Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission 3, 199—231, 1902.

Leduc et Sacerdote. Sur la formation des gouttes liquides et la loi de Tate. C. R. 135, 95—98, 1902.

7c. Lösungen.

J. Traube. Théorie des phénomènes critiques et contribution à l'étude des solutions. Bull. de Belg. 1902, 319—346.

F. V. Dwelshauvers-Dery. Note sur la pureté physique des liquides. Bull. de Belg. 1902, 347—349.

H. W. Foote. Mixed Crystals of Silver Chlorate and Sodium Chlorate and their Solutions. Amer. Chem. Journ. 27, 345—354, 1902. Journ. Chem. Soc. 82, Abstr. II, 453, 1902.

Harry Medforth Dawson. The Solvent Properties of Mixed Liquids in Relation to the Chemical Character and Solvent Properties of their Components. Journ. Chem. Soc. 81, 1086—1097, 1902.

Humphrey Owen Jones and Owen Willians Richardson. The Decomposition of Oxalacetic Acid Phenylhydrazone in Aqueous and Acid Solutions, and a New Method of Determining the Concentration of Hydrogen Ions. Journ. Chem. Soc. 81, 1140—1158, 1902.

A. Findlay. Löslichkeit von Mannit, Pikrinsäure und Anthracen. Proceedings Chem. Soc. 18, 172, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 321.

James Locke. Das periodische System und die Eigenschaften anorganischer Verbindungen. Amer. Chem. J. 27, 455—481, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 321—322.

Ernest Bowman Ludlam. A Simple form of Landsberger's Apparatus for Determining the Boiling Points of Solutions. Journ. Chem. Soc. 81, 1193—1202, 1902.

7d. Diffusion.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

F. A. Schulze. Bestimmung der Schwingungszahlen sehr hoher Töne. Sitzungsber. Ges. Marburg 1902, 66—67.

A. Guillemin. Echelle universelle des mouvements périodiques graduée en savarts et millisavarts. Journ. de phys. (4) 1, 504—506, 1902.

C. R. Schwächung von Schallwellen. Prometheus 13, 623, 1902.

A. Guillemin. Sur les accords binaires. C. R. 135, 98—101, 1902.

Ascoli e R. Manzetti. Alcune esperienze sull' arco cantante di Duddel. Lincei Rend. (5) 11 [2], 11—16, 1902.

9. Physiologische Akustik.

L. P. H. Eijkman. Les mouvements du voile du palais. Arch. Teyler (2) 8, 121—163, 1902.

V. Hensen. Das Verhalten des Resonanzapparates im menschlichen Ohr. Berl. Ber. 1902, 904—914.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

Salomon Kalischer. Ueber den Lichtdruck und dessen Einfluss auf die Gestalt der Kometenschweife. Weltall 2, 165—170, 192—194, 1902.

Lord Rayleigh. Is Rotatory Polarization influenced by the Earth's Motion? Phil. Mag. (6) 4, 215—220, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

Ludwig Matthiessen. Ueber aplanatische Brechung und Spiegelung in Oberflächen zweiter Ordnung und die Hornhautrefraction. Arch. f. d. ges. Physiol. 91, 295—309, 1902.

H. Opitz. Ueber die Frage nach den Brennlinien eines sehr dünnen astigmatischen Strahlenbündels und ihre Bedeutung für das Bildpunktproblem der geometrischen Optik. Sitzungsber. d. Berl. Math. Ges. 1, 53—54, 1902.

J. William Gifford. The Refractive Indices of Fluorite, Quartz, and Calcite. Proc. Roy. Soc. 70, 329—340, 1902.

C. Winther. Rotationsdispersionen hos de spontant aktive Stoffer. 64 S. Kjöbenhavn Vid.-Selsk. Skr. 1902.

Elmer E. Hall. The Penetration of Totally Reflected Light into the Rarer Medium. Phys. Rev. 15, 73—106, 1902.

R. W. Wood. The Invisibility of Transparent Objects. Phys. Rev. 15, 123—124, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

Hugh Ramage. The Spectra of Potassium, Rubidium, and Caesium, and their Mutual Relations. Proc. Roy. Soc. 70, 303—312, 1902.

Percival Lewis. Die Spectren kathodisch leuchtender Metalldämpfe. Phys. ZS. 3, 498—501, 1902.

Arthur M. Herbert. The Effect of the Presence of Hydrogen on the Intensity of the Lines of the Carbon Spectrum. Phil. Mag. (6) 4, 202—207, 1902.

J. J. A. Muller. De verdubbeling der lijnen, in het spectrum van de chromospheer en in het flitsspectrum. Natuurkundij Tijdschrift voor Nederl.-Indië 61, 309—320, 1902.

W. N. Hartley, James J. Dobbie and **Alexander Lauder.** The Absorption Spectra of Phloroglucinol and some of its Derivatives. Journ. Chem. Soc. 81, 929—939, 1902. Proceedings Chem. Soc. 18, 171—172, 1902.

R. W. Wood. Prisms and Plates for Showing Dichromatism. Phys. Rev. 15, 121—122, 1902.

Giuseppe Zettwuch. Researches on the Blue Colour of Sky. Phil. Mag. (6) 4, 199—202, 1902.

13. Photometrie.

T. C. Porter. Contributions to the Study of Flicker. II. Proc. Roy. Soc. 70, 313—329, 1901.

W. Wedding. Ueber Flammenlichtbogen. Vortrag im Elektrot. Ver. Elektrot. ZS. 23, 702—709, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Thomas Tommasina. Ueber Strahlungsinduction. Phys. ZS. 3, 495—497, 1902.

E. Rutherford. Penetrating Rays from Radio-active Substances. Nature 66, 318—319, 1902.

Thomas Tommasina. Ueber das Vorhandensein von reflectirbaren Strahlen in der von einer Mischung von Radium- und Baryumchlorid ausgesandten Strahlung. Phys. ZS. 3, 497—498, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

J. Macé de Lépinay. Sur les franges des lames minces au voisinage de la réflexion totale. Journ. de phys. (4) **1**, 491—498, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

C. Viola. Le deviazioni minime della luce mediante prismi birifrangenti. Lincei Rend. (5) **11** [2], 24—32, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

E. Baur und **Th. Portius.** Ueber die photographische Wirkung von Silber und Halbbromsilber in Bromsilberemulsion. Phys. ZS. **3**, 491—495, 1902.

W. Scheffer. Ueber die Herstellung von Mikrophotogrammen. Der Mechaniker **10**, 169—171, 1902.

17. Physiologische Optik.

Ludwig Matthiessen. Ueber aplanatische Brechung und Spiegelung in Oberflächen zweiter Ordnung und die Hornhautrefraction. Arch. f. d. ges. Physiol. **91**, 295—309, 1902.

Aug. Charpentier. Inhibition produite par voie d'interférence sur la rétine. C. R. **135**, 56—58, 1902.

18. Optische Apparate.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

J. Traube. Théorie des phénomènes critiques et contribution à l'étude des solutions. Bull. de Belg. 1902, 319—346.

F. V. Dwelshauvers-Dery. Note sur la pureté physique des liquides. Bull. de Belg. 1902, 347—349.

H. R. Carveth. Studies in vapor composition, II. Journ. phys. chem. **6**, 237—256, 1902.

Paul Saurel. On the stability of the equilibrium of univariant systems. Journ. phys. chem. **6**, 257—260, 1902.

Paul Saurel. On the fundamental equations of the multiple point. Journ. phys. chem. **6**, 261—264, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

J. E. Mills. Molecular Attraction. Journ. phys. chem. **6**, 209—236, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

H. Wanner. Ueber die Messung hoher Temperaturen. Chem. Ztg. **25**, 1029—1031, 1901.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

Bellati e L. Finazzi. Sul calore che si produce bagnando le polveri. Atti di Veneto **61**, 503—524, 1902.

C. J. Parks. On the Heat Evolved or Absorbed when a Liquid is brought in Contact with a finely Divided Solid. Phil. Mag. (6) **4**, 240—253, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

Ernest A. Lewis. Die Legirungen von Kupfer und Mangan. Journ. Soc. Chem. Ind. **21**, 842—844, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 424.

Ernest A. Lewis. The melting-point of chromium. Chem. News **86**, 60, 1902.

Harry C. Jones und **Frederick H. Getman.** Die Gefrierpunktserniedrigung des Wassers durch concentrirte Lösungen gewisser Elektrolyte und die Leitfähigkeit solcher Lösungen. Amer. Chem. J. **27**, 433—444, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 320.

J. Jachzel. Methode zur Schmelzpunktsbestimmung in Fetten und Wachsarten. Chem. Rev. Fett- und Harz-Ind. **9**, 150—151, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 472.

Eug. Chabarot et **J. Rocherolles.** Étude sur la diffusion simultanée de deux substances non miscibles. C. R. **135**, 175—177, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

C. Roth. Ueber Metalldestillation und über destillirte Metalle. 126 S. Basel, 1902.

C. Barus. On Spontaneous Nucleation, and on Nuclei produced by Shaking Solutions. Phil. Mag. (6) **4**, 262—269, 1902.

23. Calorimetrie.

H. T. Barnes and **H. Lester Cooke.** On the Specific Heat of Supercooled Water. Phys. Rev. **15**, 65—72, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

James W. Peck. The Stady Temperatures of a Thin Rod. Phil. Mag. (6) **4**, 226—238, 1902.

C. Moormann. Ueber den Einfluss der Mauerfeuchtigkeit auf die Wärmeleitung. Schilling's Journ. f. Gasbel. **45**, 548—549, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

O. Lummer. Die Gesetze der schwarzen Strahlung und ihre Verwendung. Arch. d. Math. und Phys. (3) **3**, 261—281, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

F. Richarz. Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Elektricität. Zweite, wenig veränderte Auflage. In wissenschaftlich-gemeinverständl. Weise dargestellt. 2. Aufl. VI u. 128 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1902.

Robert Weber. A Graduated Collection of Problems in Electricity. XV u. 351 S. London, E. and F. N. Spon, Ltd., New York, Spon and Chamberlain, 1902.

Em. Villari. Lezioni de fisica sperimentale. Parte II (magnetismo ed elettricità). Napoli, soc. coop. Tipografica, 1902.

C. Heinke. Handbuch der Elektrotechnik. 1. C. Heinke und H. Ebert. Die Elektrophysik und die Theorie des Elektromagnetismus. 1. Abth. XIV u. 408 S. Verlag von S. Hirzel, 1902.

L. Donati. Sui Vettari elettromagnetici. 13 S. Mem. Bologna, 1902.

F. Beaulard. Sur la différence de potentiel et l'amortissement de l'étincelle électrique à caractère oscillatoire. Journ. de phys. (4) **1**, 498—503, 1902.

G. Marconi. Note on a Magnetic Detector of Electric Waves, which can be Employed as a Receiver for Space Telegraphy. Roy. Soc. London. 12. Juni 1902. [Nature **66**, 334—335, 1902. Proc. Roy. Soc. **70**, 341—344, 1902.

G. Marconi. Note on the Effect of Daylight upon the Propagation of Electromagnetic Impulses over Long distances. Roy. Soc. London, 12. Juni 1902. [Nature **66**, 335, 1902. Proc. Roy. Soc. **70**, 344—347, 1902.

V. Crémieu. Anomalies presentées par la charge de conducteurs isolés sur des diélectriques solides. Phénomènes magnétiques particuliers constatés au voisinage de noeuds d'oscillations électriques. C. R. **135**, 153—155, 1902.

A. Schweitzer. Dielektrische Untersuchungen an einem Kabel. Mitth. Phys. Ges. Zürich 1902, Nr. 2, 7—12.

26. Quellen der Elektricität.

Jagadis Chunder Bose. On Elektromotive Wave accompanying Mechanical Disturbance in Metals in Contact with Electrolyte. Proc. Roy. Soc. **70**, 273—294, 1902.

J. C. Bose. Sur la réponse électrique de la matière vivante et animée soumise à une excitation. — Deux procédés d'observation de la réponse de la matière vivante. Journ. de phys. (4) **1**, 481—491, 1902.

J. J. Thomson. On some of the Consequences of the Emission of Negatively Electrified Corpuscules by Hot Bodies. Phil. Mag. (6) **4**, 253—262, 1902.

Ernst Ruhmer. Eine neue lichtempfindliche Zelle. Elektrochem. ZS. **9**, 98, 1902.

27. Elektrostatik.

28. Batterieentladung.

Jules Semenov. Sur les phénomènes mécaniques de la décharge disruptive. C. R. **135**, 155—158, 1902.

F. J. Jervis Smith. A High Pressure Spark-Gap used in connexion with the Tesla Coil. Phil. Mag. (6) **4**, 224—226, 1902.

J. Stark. Einfluss der Elektrodenmaterials auf die Anfangsspannung. Phys. ZS. **3**, 504—507, 1902.

J. Stark. Der sogenannte Uebergangswiderstand der Funkenentladung. Phys. ZS. **3**, 507—509, 1902.

29. Galvanische Ketten.

L. Hunke. Die Vorgänge in unseren galvanischen Elementen. Aus der Heimat (Stuttgart) **14**, 12—16, 1901.

Georges Rosset. Galvanisches Element, dessen Depolarisator chemisch den Sauerstoff der Luft einathmet. Centralbl. f. Accumulat.- u. Elem.-Kde. **3**, 193—196, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

C. G. Knott. On the change of resistance of nickel due to magnetisation at various temperatures. Roy. Soc. Edinburgh, 16. Juni 1902. [Nature 66, 335, 1902.

K. v. Wesendonk. Notiz über elektrische Wirkungen von Nebeln und Dünsten. Nat. Rdsch. 17, 392—393, 1902.

J. J. Thomson. The Electrical Conductivity of Air. Electr. Rev. [Electrician 49, 581, 1902.

32. Elektrochemie.

Rudolf Mewes. Leitungswiderstand bezw. -vermögen von Metallen, Legirungen und gelösten Elektrolyten. (Nachtrag.) Elektrochem. ZS. 9, 104—108, 1902.

F. Haber. Ueber Legirungspotentiale und Deckschichtenbildung; zugleich ein Nachtrag zu der Mittheilung über Kathodenauflockerung und Zerstäubung. ZS. f. Elektrochem. 8, 541—552, 1902.

Frederick G. Donnan and **Henry Basset** jun. [and, in part, **C. J. J. Fox**]. The Color Changes exhibited by the Chlorides of Cobalt and some other Metals, from the Standpoint of the Theory of Electraffinity. Journ. Chem. Soc. 81, 939—956, 1902.

Berthelot. Actions éléctrolytiques manifestes, développées par les piles constituées par la réaction de deux liquides renfermant l'un un acide, l'autre un alcali. C. R. 135, 129—133, 1902.

G. Bodländer. Ueber die Chemie der Cuproverbindungen. ZS. f. Elektrochemie 8, 514—515, 1902.

Harold A. Wilson. The Laws of Electrolysis of Alkali Salt-Vapours. Phil. Mag. (6) 4, 207—214, 1902.

F. Foerster und **E. Müller.** Zur Kenntniss der Elektrolyse, zumal der Alkalichloride, an platinirten Elektroden. ZS. f. Elektrochem. 8, 515—540, 1902.

K. Elbs. Verfahren zur elektrochemischen Darstellung des Ammonium-Plumbichlorids. ZS. f. Elektrochem. 8, 512—514, 1902.

Adolphe Minet. Die Gewinnung des Aluminiums und dessen Bedeutung für Handel und Industrie. Ins Deutsche übertragen von Emil Abel. Monogr. über angew. Elektrochemie. 2, VII u. 129 S. Halle, Verlag von Wilhelm Knapp, 1902.

O. Urbasch. Zu meiner Rechtfertigung. ZS. f. Elektrochem. 8, 559—563, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

R. Straubel. Experiments on the Elektro-thermal Effect in Tourmaline. Phil. Mag. (6) 4, 220—223, 1902.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

W. Wien. Investigations of the electric discharge in rarefield gases. Electrician 49, 560—562, 1902.

A. Wehnelt. Ueber die freie Elektricität im dunklen Kathodenraume. Phys. ZS. 3, 501—503, 1902.

85a. Röntgenstrahlen.

Friedrich Dessauer. Zur Theorie des Röntgenapparates. Fortschr. Röntgenstr. 4, 221—231, 257—258, 1901.
B. Walter. Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung. Fortschr. Röntgenstr. 4, 231—233, 258—259, 1901.
B. Walter. Eine bemerkenswerthe Unregelmässigkeit eines Röntgenbildes. Fortschr. Röntgenstr. 4, 241—245, 1901.
Ludwig Henne. Die Gundelach-Dessauer'sche Röntgenröhre. Elektrot. ZS. 23, 675—676, 1901.
C. H. F. Müller. Universal-Röntgenröhre. Der Mechaniker 10, 174—175, 1902.

86. Magnetismus.

P. de Heen. Phénomènes magnétostatiques. Bull. de Belg. 1902, 288—292.
James Russell. On cross-magnetisation. Roy. Soc. Edinburgh, 7. Juli 1902. [Nature 66, 335, 1902.
C. G. Knott. On the change of resistance of nickel due to magnetisation at various temperatures. Roy. Soc. Edinburgh, 16. Juni 1902. [Nature 66, 335, 1902.
Andrew Gray and **Alexander Wood.** On the Effect of a Longitudinal Magnetic Field on the Internal Viscosity of Wires of Nickel an Iron, as shown by Change of the Rate of Subsidence of Torsional Oscillations. Proc. Roy. Soc. 70, 294—302, 1902.
Quirino Majorana. Sur la biréfringence magnétique. C. R. 135, 159—161, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Augusto Righi. Ancora sulla questione del campo magnetico generato dalla convezione elettrica. Rend. Bologna (N. S.) 6, 1902.

88. Elektrodynamik. Induction.

E. van der Ven. Sur le transport des liquides par le courant électrique. Arch Teyler (2) 8, 93—119, 1902.
Ernest Wilson. The Dissipation of Energy by Electric Currents induced in an Iron Cylinder when rotated in a Magnetic Field. Roy. Soc. London, 12. Juni 1902. [Nature 66, 334, 1902.

89. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

M. Wilhelm Meyer. Der Untergang der Erde und die kosmischen Katastrophen. Berlin, 1902. Allg. Ver. für deutsche Litteratur.

1 B. Planeten und Monde.

Gustav Witt. Die kleinen Planeten. Himmel und Erde **14**, 10, 461—474, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

J. Scheiner u. J. Wilsing. Bestimmung der Intensitätsverhältnisse der Hauptlinien im Spectrum einiger Gasnebel. Astr. Nachr. **159**, 12/13, 182—206, 1902.

1 D. Die Sonne.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

C. Pulfrich. Bemerkungen, telestereoskopische Meteoraufnahmen betreffend. Astr. Nachr. **159**, 12/13, 206, 208.

Walter E. Besley. The Recent Fireball. Nature **66**, 1709, 320, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Wilh. Trabert. Meteorologie. 2. Aufl.

Meteorology and the Schools. Monthl. Weath. Rev. **30**, 3, 131—132, 1902.

Börnstein. Die Temperaturfläche. Dietrich Reimer (Ernst Vohsen). Berlin.

Veröffentlichungen des Hydrogr. Amtes der k. u. k. Kriegsmarine in Pola. Gruppe II: Jahrbuch für Meteorologie, Erdmagnetismus und Seismische Beobachtungen. Neue Folge **36**, 6. Beobachtungen des Jahres 1901. Herausgeg. v. d. Abth. Geophysik, Pola, 1902.

Second Mexican Congress of Meteorology. Monthl. Weath. Rev. **30**, 3, 132—133, 1902.

R. De C. Ward. Meteorological Chart of the Great Lakes (Note on chart by A. J. Henry and N. B. Conger). Science **15**, 556.

Paul Schreiber. Bericht über die Thätigkeit des königl. sächs. meteorologischen Instituts für das Jahr 1898. **16**. Chemnitz, 1902.

Zehnter Jahresbericht des Sonnblick-Vereins für das Jahr 1901. Wien, Selbstverlag. 1902.

Hugo Hergesell. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Reichsland Elsass-Lothringen im Jahre 1898. Strassburg i. E., 1902.

A. Lancaster. Annuaire météorologique de l'observatoire royal de Belgique pour 1902. Bruxelles. In-16°. 7, 670 pp., figg., carte et diagrammes hors texte.

A. Klossovsky. Revue météorologique. Traveaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie. L'année 1900 (12). Vol. 5. Odessa, L'Imprimerie de la Société des éditions typogr. de la Russie méridionale, 1901.



A. Klossovsky. Annales de l'Observatoire magnétique et méteorologique de l'Université impériale à Odessa. Odessa, L'Imprimerie de la Société des éditions typogr. de la Russie méridionale, 1901.
W. Meinardus. Uebersicht über die Witterung in Centraleuropa im Mai 1902. Wetter 19, 7, 162—163, 1902.
Richard Assmann. Ueber die Existenz eines wärmeren Luftstromes in der Höhe von 10 bis 15 km. Sitzungsbericht der Berliner Akademie der Wissenschaften 1902, 495—504. Nat. Rdsch. 17, 30, 381—382, 1902.
L. Teisserenc de Bort. Temperaturveränderungen der freien Luft in der Zone zwischen 8 und 13 km. C. R. 134, 987—989, 1902. Nat. Rdsch. 17, 30, 381—382, 1902.
Assmann. Drachenexperimente auf Binnenseen. Wetter 19, 7, 166—167, 1902.
August Foerster. Die dritte Tagung der Internationalen Commission für wissenschaftliche Luftschiffahrt. Himmel u. Erde 14, 10, 449—460, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

John Trowbridge. The Inert Constituents of the Atmosphere. Scientif. Americ., Supplement, New York 53, 21, 950—951.
Lord **Rayleigh.** On the Question of Hydrogen in the Atmosphere. Phil. Mag. London 6th Ser. 3, 416—423.
N. Passerini. Sopra la pioggia melmosa (pioggia di sanguine) caduta in Firenze, la sera del maggio 1901. Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani Catania 31, 33—40.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

E. Lecher. Die Abnahme der Temperatur innerhalb der Gebiete hohen und niedrigen Luftdruckes. Gaea, Leipzig 38, 314.
The Variation of the Diurnal Range of Temperature with the Latitude and Locality. Monthl. Weath. Rev. 30, 3, 134—135, 1902.
Oliver L. Fassig. Hourly Temperatures for Baltimore. Monthl. Weath. Rev. 30, 3, 131, 1902.
C. Passerat. Essai d'une carte de la répartition des jours de gelée en France. Annales de Geographie Paris 11, 111—116.
William Crookes. The Cold February of 1902. Symon's Meteorological Magazine London 37, 17—20.
Harvey M. Watts. The Mechanism and Causation of Hot Waves. J. de phys. (4) 1, 285—293.
Jules Baillaud. Atmospheric radiation (Note on memoir by Frank W. Very). Journ. de phys. Paris (4) 1, 240—243.

2 D. Luftdruck.

Frank H. Bigelow. A New Barometry for the United States Canada, and the West Indies. Science New York 15, 417—421.

2 E. Winde und Stürme.

Edwin Grant Dexter. A Study of Calms. Popular Science Monthly New York 60, 521—527.
Alexander Buchan. Storms on the Coasts of Scotland. Journal of the Scottish Meteorological Society London (3) 12, 12—20.
Angus Rankin. Note on the Number of Gales at the Ben Nevis. Journ. of the Scott. Met. Soc. London (3) 12, 20—22.
Alfred J. Henry. The Storm of February 25 to 28, 1902. National Geographic Magazine New York 13, 110—112.
Trombe in Biberach 2. Juli 1902. Wetter 19, 7, 164, 1902.

Frank H. Bigelow. The Formation and Motions of Clouds. Popular Science Monthly New York **60**, 495—502.

N. J. Foeyn. Wolkenbeobachtungen in Norwegen 1896 bis 1897. Herausgegeben von dem Norwegischen Meteorologischen Institut Christiania 1900, 8, 114.

Alexander Buchan. Fogs on the Coasts of Scotland. Journal of the Scottish Meteorological Society London (3. Ser.) **12**, 3—12.

David Cuthbertson. Fog and Frost Formation. Monthl. Weath. Rev. **30**, 3, 125—127, 1902.

2 G. Niederschläge.

S. Figee. On Rainfall at Batavia as registered by Beckley's selfregistering Raingauge during the Period 1879 to 1900. Appendix to Vol. 23 of the Observations of the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia. Batavia, Government Printing Office, 1902.

Uitkomsten van Meteorologische Waarnemingen in Nederlandsch-Indië gedurende het Jaar 1899. Verzameld door het kon. Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia. Regenwaarnemingen 1899. Natuurkg. Tijdsch. voor Nederlandsch-Indië **61** (10), 5, 52—81, 1902.

C. Kassner. Die Niederschlagsvertheilung in Bulgarien. Peterm. Mitth. **48**, 7, 145—151, 1902.

E. Vanderlinden. Observations sur la hauteur de neige lors du dernier dégel. Ciel et Terre Bruxelles **22**, 26—27.

A. Moye. Ueber eine seltene Form von Eiskrystallen. Prometheus **13**, 668, 699—700, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

H. Ebert. Galvanometrische Messung des elektrischen Ausgleichs zwischen den Ionenladungen der Atmosphäre und der Ladung der Erdoberfläche. Phys. ZS. **3**, 338, 1902. Nat. Rdsch. **17**, 31, 394, 1902.

Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität. 8. (Aus Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss.) gr. 8°. Wien, C. Gerold's Sohn, in Comm. Vict. Conrad: Ueber die entladende Wirkung verschiedener Elektroden. 8 S. m. 3 Fig.

Vict. Conrad. Einige Bemerkungen zur Wolkenelektricität. Beiträge z. Kenntn. d. atmosph. Elektr. 9. (Aus Sitzber. Wien).

G. Le Cadet. Dispositif d'électroscope atmosphérique enregisteur. C. R. **134**, 745—747.

John Trowbridge. Lightning above and below Water. Scientif. Americ. New York **86**, 239.

Mascart. Photographie d'un éclair multiple. C. R. **135**, 3, 158—159, 1902.

Alfred J. Henry. Loss of life in the United States by lightning. U. S. Department of Agriculture Weather Bureau. Washington, Government printing office, 1901. Ref. v. Schwalbe. Nat. Rdsch. **17**, 31, 396, 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

G. Sagnac. Recherches sur le bleu du ciel. (Note on memoir by Giuseppe Zellwuch.) Journ. de phys. Paris (4) **1**, 239—240.

U. Mazzarella. Osservazioni della Rain-Band' fatte nel R. Osservatorio di Catania nell' anno 1899. Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani, Catania **31**, 23—35.

W. H. Julius. Der grüne Strahl. Archives Néerlandaises (2) **6**, 385, 1901. [Ref. Nat. Rdsch. **17**, 32, 404—405, 1902.

T. C. Porter. Merkwürdiges Sonnenringphänomen 7. August 1898 in Norwegen. Nat. Rdsch. **17**, 32, 411—412, 1902.

J. M. Pernter. Luftspiegelungen und Fata morgana. Wien, Schrift. Ver. Verb. naturw. Kenntn. 1902, 8, 33, m. 7 Abbildungen.



Arthur Stentzel. Vulcanische Dämmerungserscheinungen. Wetter 19, 7, 156—162, 1902.
G. Grundmann. Sonnenringe. Wetter 19, 7, 166, 1902.
Julius Assmann sen. Sonnenuntergänge. Wetter 19, 7, 164, 1902.
Otto Schwenck. Irisirende Wolke. Wetter 19, 7, 165—166, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

Frank H. Bigelow. Studies on the Statics and Kinematics of the Atmosphere in the United States. III. The Observed Circulation of the Atmosphere in the High and low Areas. Month. Weath. Rev. 30, 3, 117—125, 1902.
A. Weilenmann. Die Wärme in der Luftsäule und ihre Beziehung zu den Gewittern. Mitth. d. physik. Ges. Zürich 1902, Nr. 2.

2 M. Praktische Meteorologie.

Richard Assmann. Die Erforschung der höheren Luftschichten und die Wetterprognose. Wetter 19, 7, 145—153, 1902.
R. Börnstein. Die Verlegung des wettertelegraphischen Dienstes auf eine frühere Stunde. Wetter 19, 7, 153—156, 1902.
Aug. Sieberg. Die Wettervorhersage und das praktische Leben. S.-A.
R. Börnstein. Wetterdienst. Wetter 19, 7, 167—168, 1902.
Konr. Keller. Der atmosphärische Fixpunkt, von dem aus die aussergewöhnlich heissen und trockenen Jahrgänge in Mitteleuropa, zu denen das zukünftige Jahr 1902 gehören wird, drei Jahre zum voraus angezeigt werden können. Auf die physikalischen Druckverhältnisse der Atmosphäre und die Niederschlagsschwankungen von 1795 bis 1900 gegründet. 31 S. m. 2 Taf. gr. 8°. Zürich-Oberglatt, 1901 (Leipzig, E. H. Mayer).
C. Le Maout. Météorologie. Lettres au ministre de l'agriculture sur le tir du canon et ses conséquences au point de vue agricole. Petit in 8°. III et 43 p. Havre, 1902.

2 N. Kosmische Meteorologie.

Alex. B. Mac Dowall. Sunspots and Wind. Nature 66, 1709, 320, 1902.

2 O. Meteorologische Apparate.

E. B. H. Wade. A new Hygrometric Method. Phil. Mag. London (6th) 3, 380—385.
S. James Stevens. Some Experiments in Atmidometry. Month. Weath. Rev. 30, 3, 129, 1902.

2 P. Klimatologie.

V. Kremser. Die klimatischen Verhältnisse des Weser-Emsgebietes. Tabellen.
R. De C. Ward. Climatic Conditions of Panama and Nicaragua. Note on article by H. L. Abbot. Science New York 15, 436—437.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

J. Vallerey. Physique du globe. In-8°. 136 p. avec fig. et 4 planches. Paris Challamel, 1902.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Wilhelm Foerster. Elementare Darlegungen, betreffend die astronomischen Orts- und Bewegungsbestimmungen im Weltenraum. Mitth. Ver. v. Freunden d. Astr. u. kosm. Phys. 12, 7, 71—76, 1902.

Nr. 7. gr. 4°. Berlin, P. Stankewicz. 7. Arbeiten. astronomisch-geodätische, 1. Ordnung. Bestimmung der Längendifferenz Potsdam-Pulkowa im Jahre 1901. II u. 56 S. 1902.

Veröffentlichungen des Hydrographischen Amtes der k. k. Kriegsmarine in Pola. Nr. 14. Gruppe III: Relative Schwerebestimmungen durch Pendelbeobachtungen. Heft 3: Beobachtungen während der Reisen S. M. Schiffe „Donau“ 1897/98, „Frundsberg“ 1898/99 und „Donau“ 1900/01 und Resultate aus den Schwerebestimmungen durch Pendelbeobachtungen, ausgeführt von k. k. Seeofficieren in den Jahren 1892 bis 1901. Pola, 1902. gr. 4°. IV u. 37 S. m. 1 Karte in-fol.

F. Folie. Sur les variations journalières de la latitude et du meridien dans le système de l'axe instantané. Bull. Class. des Sciences **4**, 121—126, 1902.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

John Trowbridge. Subterranean Temperature. J. of the Franklin Institute Philadelphia **153**, 284.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

A. Stübel. Ueber die Verbreitung der hauptsächlichsten Eruptionscentren und der sie kennzeichnenden Vulcanberge in Südamerika. Mit einer Uebersichtskarte 1 : 10 000 000. Peterm. Mitth. 1902, 1—9. Nat. Rdsch. **17**, 32, 401—402, 1902.

J. Felix u. **H. Lenk.** Zur Frage der Abhängigkeit der Vulcane von Dislocationen. Cbl. f. Min., Geol. u. Paläontol. **15**, 449—460, 1902.

B. Kotô. The Scope of the Vulcanological Survey of Japan. Publ. of the Earthquake Invest. Committee. 8°. 15 pp. Tokio, 1900. Peterm. Mitth. **48**, 7, 116 Lit., 1902.

Vulkanische Verschijnselen en Aard-Bevingen in den Oost-Indischen Archipel waargenomen gedurende het jaar 1900. Verzameld door het koninklijk Magnetisch u. Meteorologisch Observatorium te Batavia. Natuurkg. Tijdsch. voor Nederlandsch-Indië **61** (10), 5, 195—233, 1902.

8 F. Erdbeben.

Albin Belar. Die Erdbebenwarte. Monatsschrift; **1**. Beilagen, 6 Tafeln. Neuste Erdbebennachrichten Nr. 1 bis 3 u. eine Fragekarte. IV u. 160 S. Laibach, 1901/02. Druck von J. v. Kleinmayer. Im Verlage des Herausgebers. Ref. von S. Günther. Nat. Rdsch. **17**, 33, 422—423, 1902.

Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kaiserl. Akademie der Wissenschaft in Wien. Neue Folge. Nr. VIII. gr. 8°. Wien, C. Gerold's Sohn. VIII. Prof. Dr. W. Láska: Die Erdbeben Polens. Des historischen Theiles I. Abth. 36 S. 1902.

G. Gerland. Ueber Vertheilung, Einrichtung und Verbindung der Erdbebenstationen im Deutschen Reiche. Peterm. Mitth. **48**, 7, 151—160, 1902.

Emilio Oddone. Lo sparo di una grande mina, occasione di sperimento sismico. S.-A.

F. de Montessus de Ballore. De Seismen der Philippijnen. Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië **61** (10 S.), 5, 40—50, 1902.

Giulio Grablowitz. Propagazione dei terremoti. Atti R. Accad. d. Lincei (5) 1902. Rendic. Cl. sc., fis., mat., e nat., 16 Feb. 1902, 177—185.

R. Hörnes. Erdbeben und Stosslinien Steiermarks. Akad. Wien 1902, IV u. 115.

W. Láska. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Lemberg während des Jahres 1901. Mit 2 Textfig. **55** (n.s.), 10, 1902. Mittheilungen d. Erdbeben-Commission d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Neue Folge Nr. 9. gr. 8°. Wien, C. Gerold's Sohn in Comm.

F. Omori. Note on the Great Mino-Omari Earthquake of October 28th 1891. Publ. of the Earthquake Invest Committee Nr. 4, p. 13—24, 2 Taf. Tokio, 1900. Peterm. Mitth. **48**, 7, 116 Lit., 1902.

F. Omori. Note on the Tokyo Earthquake of June 20th 1894. Ebenda p. 25 to 33, 2 Taf. Tokio, 1900. Peterm. Mitth. 48, 7, 116 Lit., 1902.
F. Omori. Note on the After-shocks of the Hokkaido Earthquake of March 22nd 1894. Ebenda p. 39 to 45, Diagr. Peterm. Mitth. 48, 7, 117 Lit., 1902.
S. Sekiya (†) u. F. Omori. The Diagram of the Semidestructive Earthquake of June 20th 1894 (Tokyo). Publ. of the Earthquake Invest. Committee Nr. 4, p. 35 to 38, 1 Taf. Peterm. Mitth. 48, 7, 117 Lit., 1902.
Ch. Davison. The great Japanese Earthquake of October 28th 1891. G. J. 17, 635—655, 19 Fig. London, 1901. Peterm. Mitth. 48, 7, 116 Lit., 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Veröffentlichungen des Hydrographischeu Amtes der k. k. Kriegsmarine in Pola. Nr. 13, Gruppe 4: Erdmagnetische Reisebeobachtungen. Heft 3: Erdmagnetische Beobachtungen, ausgeführt in den Jahren 1896 bis 1901 während der Reisen S. M. Schiffe „Albatros“ 1896/97, „Frundsberg“ 1898/99, „Saida“ 1898/99 und „Donau“ 1900/01. Pola, 1902. gr. 4°. IV u. 52 S.
V. Raulin. Variation séculaire du magnétisme terrestre. Annales de Chimie et de Physique Paris (7) 25, 289—308.
G. Meyer. Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl. Bericht der Naturforsch. Ges. zu Freiburg i. Br. 12, 1902. Nature 66, 1709, 324, 1902.
W. van Bemmelen. Total Solar Eclipse Mai 18, 1901. Magnetic Observations at Batavia and Karany Sago (Sumatra). Natuurkg. Tijdsch. voor Nederlandsch-Indië 61 (10) 5, 173—193, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Monatskarten des Nordatlantischen Oceans. Neue Folge d. nordatl. Wetterschr. 2, 6. Mit 4 Nebenkarten u. Text auf der Rückseite. 59 × 84,5 cm. Lith. Berlin (Hamburg, S. Friedrichsen u. Co).
Hugh Robert Mill. Oceanographical Research in the Atlantic. Geographical Journal London 19, 354—359.
Alexander Brownlie. The Tides in the midst of the Pacific Ocean. Bull. of the Amer. Geogr. Soc. New York 34, 17—25.
J. Thoulet. Sur la constitution du sol sous-marin. C. R. 135, 3, 215—216, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Wilhelm Krebs. Wirkliche Wasserscheiden und fliegende Aufnahmen zu umfassender Orientirung über diese hydrologischen Verhältnisse. Vortrag, gehalten vor der Abtheilung Geophysik der 73. Versammlung Deutscher Naturforscher u. Aerzte zu Hamburg. Globus 83, 6, 92—95, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Eug. Dubois. Note sur les conditions locales dans lesquelles se sont formés les dépôts paléoglaciaires permo-carbonifériens dans l'Afrique australe, l'Inde et l'Australie. Arch. Musée Teyler (2) 8, 1, 151—163, 1902.
Eug. Dubois. Les Causes probables du phénomène Paléoglaciaire permo-carbonifērien dans les Basses latitudes. Arch. Musée Teyler (2) 8, 1, 73—91, 1902.
David Martin. Faits nouveaux ou peu connus, relatifs à la période glaciaire. C. R. 135, 2, 124—126, 1902.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik

Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **15. September 1902.** **Nr. 17.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 17 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 13. bis 25. August 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

M. Wildermann. Jahrbuch der Naturwissenschaften 1901—1902. XI u. 533 S. Freiburg i. Br., Herder'sche Verlagsbuchhandlung, 1902.

D. Schor. Ueber die Herleitung der Formel für die Centrifugalkraft. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 31—35.

N. Schiller. Pädagogische Bemerkung über die Formel für die Centrifugalkraft. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 7—16.

D. Seiliger. Zu den Aufsätzen von Prof. N. Schiller und Herrn D. Schor. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 77—82.

D. Schor. Simon Stevin und das hydrostatische Paradoxon. Bibl. math. (3) **3**, 198—204, 1902.

W. Schmidt. Leonardo da Vinci und Heron von Alexandria. Bibl. math. (3) **3**, 180—188, 1902.

P. Melikow. Eine Charakteristik der Thätigkeit von M. Berthelot. Westn. opit. fisik. 1901 [2], 201—206.

S. Tanatar. Die thermochemischen Arbeiten Berthelot's. Westn. opit. fisik. 1901 [2], 225—231.

C. Jezler. Die Entwickelung unserer Naturanschauung im XIX. Jahrhundert und Fr. Mohr. 44 S. Leipzig, J. A. Barth, 1902.

D. Goldhammer. Die hundert Jahre der Physik. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 193—207.

N. Hesehus. Das 30jährige Bestehen der physikalischen Section der phys.-chem. Gesellschaft bei der Kaiserl. St. Petersburger Universität (1872—1902). Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 61—85, 1902.

van der Mensbrugghe. Sur une triple alliance naturelle. Rectoratsrede. 17 S. Gent, 1901.

O. Heck. Die Natur der Kraft und des Stoffs. 94 S. Homberg in Oberhessen, Th. M. Spamer Nachf., 1901.

1b. Maass und Messen.

E. F. van de Sande-Bakhuyzen. On the yearly periodicity of the rates of the Standardclock of the observatory at Leyden, Hohwü Nr. 17. Proc. Amsterdam 5, 194—217, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

J. Todschidlowski. Centrifugalmaschine von J. Timtschenko. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 137—141.

W. S. Franklin. A Model for Showing the Superposition of Two Oppositely Moving Wave-trains. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 176, 1902.

Wilhelm Volkmann. Neue Seilwellenversuche. Natur u. Schule 1. 273—282, 342—350, 1902.

D. C. Miller. Models for Explaining Polarized Light. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16. 176, 1902.

M. Edelmann. Neuconstructionen objectiver Ablesevorrichtungen. Phys. ZS. 3, 525—527, 1902.

Jzarn. Argenture du verre et daguerréotype. C. R. 135, 240—242, 1902.

W. Obolenski. Einige Vorlesungsversuche aus der Wärmelehre. II. Westn. opit. fisik. 1901 [2], 264—265.

A. A. Noyes and **G. V. Sammet.** Lecture Experiments Illustrating Various Types of Catalytic Action. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 498—515. 1902.

E. Haagn. Elektrisch geheizte Oefen mit Pt-Folienwickelung. ZS. f. Elektrochem. 8, 509—512, 1902.

2. Dichte.

J. Kanonnikow. Ueber die wahre Dichte chemischer Verbindungen und deren Verhältniss zu ihrer Zusammensetzung und ihrem Bau. V. Stickstoffverbindungen. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 33, 743—790, 1901.

3. Physikalische Chemie.

J. H. van 't Hoff. Acht Vorträge über physikalische Chemie, gehalten auf Einladung der Universität Chicago, 20. bis 24. Juni 1901. VII u. 81 S. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

E. Duhem. Le Mixte et la Combinaison chimique. 207 S. Paris, C. Naud, 1902.

Theodore William Richards. The possible significance of changing atomic volume Chem. News 86, 81—83, 1902.

F. W. Clarke. The calculation of atomic weights. Chem. News 86, 77—79. 1902.

Curie. On the atomic weight of radium. Chem. News 86, 61, 1902.

R. Marc. On terbium. Chem. News 86, 73—75, 1902.

W. Kistjakowski. Bestimmung des Moleculargewichtes von Substanzen in flüssigem Zustande. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 67—69, 1902.

N. Orlow. Ueber die Existenz einer blauen oder grünen Modification des Schwefels. Journ. d. russ phys.-chem. Ges. 34, 52—67, 1902.

Lobry de Bruyn and **J. W. Dito.** The boiling point-curve of the system: hydrazine + water. Proc. Amsterdam 5, 171—174, 1902.

J. D. van der Waals. Ternary systems. Proc. Amsterdam 5, 121—139, 1902.

F. Ehrenhaft. Ueber colloidale Metalle. Wien. Anz. 1902, 241—243.

3a. Krystallographie.

H. Dufet. Notices cristallographiques. 9. Bull. soc. min. **25**, 38—53, 1902.
G. Friedel. Sur les figures de corrosion du quartz à haute température. Bull. soc. min. **25**, 112—113, 1902.
H. Warth. Die Bildung des Aragonits aus wässeriger Lösung. Centralbl. f. Min. 1902, 492—493.

4. Mechanik.

A. Ziwet. Elementary Treatise on Theoretical Mechanics. 3 Parts. London, Macmillan, 1902.
B. Weinberg. Herleitung einiger Formeln der Mechanik. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 35—38.
C. Albrich jun. Die Lehre von der Bewegung fester Körper. Ein Unterrichtsgang auf historischer Grundlage. 69 S. Hermannstadt, W. Kraft, 1902.
D. Seiliger. Ueber einen Fundamentalsatz der Statik eines ähnlich veränderlichen Systems. Nachr. Univ. Kasan 1901, 75—82 (russ.).
D. Seiliger. Studien zur Dynamik eines Systems. Nachr. Univ. Kasan 1901, 51—78, 83—142 (russ.).
Arthur Korn. Abhandlungen zur Potentialtheorie. 4. Ueber die Differentialgleichung $\Delta U + k\varphi^2 U = f$ und die harmonischen Functionen Poincaré's. 55 S. Berlin, Ferd. Dümmler, 1902.
Arthur Korn. Abhandlungen zur Potentialtheorie. 5. Ueber einen Satz von Zaremba und die Methode des arithmetischen Mittels im Raume. 66 S. Berlin, Ferd. Dümmler, 1902.
D. Goldhammer. Eine Wiedererweckung der Hypothese von Le Sage zur Erklärung der allgemeinen Gravitation. Nachr. Univ. Kasan 1901, 1—16 (russ.).
J. Mestschiersky. Ueber die Integration der Bewegungsgleichungen im Probleme zweier Körper von veränderlicher Masse. Astron. Nachr. **159**, 229—242, 1902.
W. Obolenski. Die Pendelaufgabe. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 17—18.
J. J. Taudin Chabot. Ueber die Antifrictionslagerung und über ein Dynamometer für kleine Kräfte. Phys. ZS. **3**, 513—515, 1902.
Friedrich Klönne. Ueber ein neues Verfahren zur Messung des Ungleichförmigkeitsgrades und der Winkelabweichung. Elektrot. ZS. **23**, 715—720, 1902.

5. Hydromechanik.

A. Batschinski. Studien zur Kenntniss der Abhängigkeit der Viscosität der flüssigen Körper von der Temperatur und ihrer chemischen Constitution. 2. Bull. Moscou 1902, Nr. 3, 23 S.

6. Aeromechanik.

P. Grützner. Ueber das Mundbarometer. Ann. d. Phys. (4) **9**, 238—242, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

H. Reissner. Anwendungen der Statik und Dynamik monocyklischer Systeme auf die Elasticitätstheorie. Ann. d. Phys. (4) **9**, 44—79, 1902.
S. R. Der Zusammenhang zwischen Berührungselektricität und Härte. Westn. opit. fisik. 1901 [2], 232—237.
J. O. Reed. On Molecular Friction in Steel and Phosphor-Bronze. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) **16**, 189, 1902.

J. O. Reed. Young's Modulus for Phosphor-Bronze, Between 20° and 800° C. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) **16**, 180, 1902.

S. Löffler. Ueber den Einfluss der Magnetisirung auf die Torsionselasticität des Eisens. 62 S. Diss. Zürich, 1901.

Leo. Die Anwendbarkeit der Brinell'schen Kugelprobe bei Feststellung der Streckfestigkeit bei Eisen und Stahl. Dingl. Journ. **317**, 419—420, 1902.

7b. Capillarität.

F. Belojarsew. Bestimmung der Minimaldicke einer flüssigen Lamelle zwecks Bestimmung der Molecüldurchmesser. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 169—173, 217—222.

Joh. Mathieu. Ueber die Capillarität der Lösungen. 61 S. Diss. Bonn, 1902.

G. Quincke. Die Oberflächenspannung an der Grenze von Alkohol mit wässerigen Salzlösungen. Bildung von Zellen, Sphärokrystallen und Krystallen. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1—43, 1902.

7c. Lösungen.

J. Michailenko. Ueber die Dampfspannung von Lösungen. Kiew. Univ. Nachr. **41**, 1—48, 1901 (russ.).

G. Quincke. Die Oberflächenspannung an der Grenze von Alkohol mit wässerigen Salzlösungen. Bildung von Zellen, Sphärokrystallen und Krystallen. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1—43, 1902.

W. Spring. Les travaux récents de M. Quincke sur la Floculation des milieux troubles, les Précipités liquides et leur tension superficielle. Rev. gén. des sc. **13**, 580—582, 1902.

Lyman J. Briggs. On the Rapid Filtration of Turbid Solutions and the Change in Concentration Produced by the Porous Septum. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) **16**, 179, 1902.

J. H. van 't Hoff. Ueber Gyps. ZS. f. Elektrochem. **8**, 575—579, 1902.

7d. Diffusion.

Lyman J. Briggs. On the Osmotic Pressure of Absorbed Salts. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) **16**, 179, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

Lyman J. Briggs. Absorption of Salts in Aqueous Solutions by Powdered Salts. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) **16**, 179, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

O. Waldstein. Ueber longitudinale Schwingungen von Stäben, welche aus parallel zur Längsaxe zusammengesetzten Stäben bestehen. Wien. Anz. 1902, 240.

Augusto Righi. Sulla produzione di suoni per mezzo delle scariche nei tubi a gas rarefatto e nelle fiamme. Cim. (5) **4**, 37—44, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

W. Voigt. Ueber die absolute Verzögerung der Lichtschwingungen durch Reflexionen. Gött. Nachr. 1902, 259—267.

J. Boussinesq. Réflexion et réfraction par un corps transparent animé d'une translation rapide: équations du mouvement et conséquences générales. C. R. 135, 220—225, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

J. Todschidlowski. Elementare Herleitung der Formel für sphärische Spiegel. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 111—114.

G. Quesneville. Théorie nouvelle de la lunette de Galilée. 63 S. Paris, A. Hermann, 1902.

J. Precht. Brennweitenbestimmung bei photographischen Systemen. Phys. ZS. 3, 515—517, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

A. Tuckermann. Index to the Literature of the Spectroscope, 1887—1900. III u. 373 S. Washington, Smits. Misc. Coll., 1902.

Hugh Ramage. The spectra of potassium, rubidium and caesium and their mutual relations. Astrophys. Journ. 16, 43—52, 1902.

Hans Lehmann. Bemerkungen zu meinem Aufsatz: „Photographie der ultrarothen Strahlen der Erdalkalimetalle." Ann. d. Phys. (4) 9, 246—247, 1902.

Percival Lewis. The spectra of cathodo-luminescent metallic vapours. Astrophys. Journ. 16, 31—35, 1902.

W. B. Huff. The arc spectrum with heavy currents. Astrophys. Journ. 16, 27—30, 1902.

L. Bell. Le spectre de l'arc enfermé. Electrical World and Engineer, 1 Février 1902. [L'Éclair. électr. 37, LXXVIII—LXXIX, 1902.

Pickering. Das Spectrum des Blitzes. Havard Coll. Obs. Circ. Nr. 26. [Meteorol. ZS. 19, 334, 1902.

E. L. Nichols and **E. Blaker.** Absorption Spectrum of Carbon. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 182, 1902.

A. Perot and **C. Fabry.** A reply to the recent article by Louis Bell. Astrophys. Journ. 16, 36—37, 1902.

13. Photometrie.

D. C. Miller. A Portable Photometer for Measuring Light Distribution. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 176, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

F. Giesel. Ueber Becquerelstrahlen und die radio-activen Substanzen. ZS. f. Elektrochem. 8, 579—585, 1902.

E. Rutherford. Sehr durchdringende Strahlen von radio-activen Substanzen. Phys. ZS. 3, 517—520, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

W. B. Croft. Photography of Diffraction and Polarisation Effects. Nature 66, 354—355, 1902.

15b. Drehung der Polarisationsebene.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

A. Cornu. Détermination des trois paramètres optiques principaux d'un cristal, en grandeur et en direction, par le réfractomètre. Bull. soc. min. 25, 7—15, 1902.

F. Pockels. Nachtrag zur Abhandlung: „Ueber die Aenderung des optischen Verhaltens verschiedener Gläser durch elastische Deformation.“ Ann. d. Phys. (4) 9, 220—223, 1902.

Josef Grünwald. Ueber die Ausbreitung elastischer und elektromagnetischer Wellen in einaxig-krystallinischen Medien. Wien. Ber. 111 [2a], 412—485, 1902.

Quirino Majorana. Sur le dichroïsme magnétique. C. R. 135, 235—237, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

A. Fomiliant. Zwei Fälle von Einwirkung der Elektricität auf die photographische Platte. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 53—60, 73—77.

17. Physiologische Optik.

Albert Hofmann. Eine optische Täuschung. Prometheus 13, 700—701, 1902.

P. Grützner. Einige Versuche über stereoskopisches Sehen. Arch. f. d. ges. Physiologie 90, 525—582, 1902.

Frank Allen. Some Experiments on Retinal Fatigue and Persistence of Vision. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 175, 1902.

Frank Allen. Persistence of Vision in Color-blind Subjects. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 182, 1902.

A. Pflüger. Ueber die Farbenempfindlichkeit des Auges. Ann. d. Phys. (4) 9, 185—208, 1902.

18. Optische Apparate.

F. L. O. Wadsworth. The theory of the ocular spectroscope. Astrophys. Journ. 16, 1—11, 1902.

F. L. O. Wadsworth. Description of a new type of focal plane spectroscope and its application to astronomical spectroscopy. Astrophys. Journ. 16, 12—26, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

P. Koturnicki. Genaue Ausdrücke der Energie und Entropie für ein Gemisch aus zwei Zuständen. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 34, 29—32, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

S. Reuter. Bemerkung zur kinetischen Gastheorie. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 108—111.

19d. Technische Anwendungen.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

J. S. Sheaper. Coefficients of Expansion between 0^0 and -190^0. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 172, 1902.

Murris W. Travers, George Senter and **Adrien Jaquerod.** On the measurement of temperature. Part I: On the pressure coefficients of hydrogen and helium at Constant volume and at different initial pressures. Part II: On the vapour pressures of liquid oxygen at temperatures

below its boiling-point on the constant volume hydrogen and helium scales. Part III: On the vapour pressures of liquid hydrogen at temperatures below its boiling-point on the constant volume hydrogen and helium scales. Chem. News **86**, 61—64, 1902. Roy. Soc. London, June 19, 1902. [Nature **66**, 382—384, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

A. Wischeslawzew. Ueber die calorimetrische Bestimmung der Richtung der Schmelzcurve. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 41—46, 1902.

Alexander Smith. On the freezing point of sulphur. Edinburgh Roy. Soc., July 21, 1902. [Nature **66**, 383, 1902.

P. Chruschtschow. Kryoskopische Untersuchungen. Journ. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 153—182, 323—350, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

D'Arsonval. L'air liquide. Ann. chim. phys. (7) **26**, 433—460, 1902.

J. Michailenko. Ueber die Dampfspannung von Lösungen. Kiew. Univ. Nachr. 1901, 1—48 (russ.).

Edward W. Morley. Determination of the Vapour-pressure of Mercury at Ordinary Temperatures. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) **16**, 177—178, 1902.

23. Calorimetrie.

H. L. Callendar. Continuous Calorimetry. London, Dulau, 1902.

P. W. Robertson. Atomic and molecular heats of fusion. Proc. Chem. Soc. **18**, 131—132, 1902.

M. Thiesen. Ueber die specifische Wärme des Wasserdampfes. Ann. d. Phys. (4) **9**, 80—93, 1902.

W. Kurbatow. Ueber den Zusammenhang zwischen Siedewärme und Dampfdichte. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 250—287, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

W. Ernst. Ueber das Wärmeleitungsvermögen des Kesselsteins und anderer die Kesselflächen verunreinigenden Materialien. Wien. Anz. 1902, 240.

24b. Wärmestrahlung.

E. F. Nichols and **G. F. Hull.** Measurement of the Intensity and Pressure of Radiant Energy. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) **16**, 174, 1902.

E. F. Nichols. An Improved Form of Torsion Radiometer. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) **16**, 174, 1902.

Paul Compan. Essai sur le pouvoir refroidissant de l'air et sur les lois du rayonnement. Ann. chim. phys. (7) **26**, 488—576, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

J. A. Fleming. Magnetic and Electric Currents; an elementary Treatise for Electrical Artisans and Science Teachers. 2 ed. 424 S. London, Spon, 1902.

W. Voigt. Elektronenhypothese und Theorie des Magnetismus. Ann. d. Phys. (4) 9, 115—146, 1902.

J. D. van der Waals. Statistical electro-mechanics. Proc. Amsterdam 5, 114—121, 1902.

G. Giorgi. Sul sistema di unità di misure elettromagnetiche. Cim. (5) 4, 11—37, 1902.

W. Wien. Ueber positive Elektronen. ZS. f. Elektrochem. 8, 585—591, 1902.

H. T. Eddy. On the Complex Product of E. M. F., Current and other Vectors. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 172, 1902.

Marcel Brillouin. Champ électrostatique permanent et variable d'une bobine parcourue par un courant électrique. Ann. chim. phys. (7) 26, 460—470, 1902.

H. R. Willard and L. E. Woodman. The Emission of a Righi Vibrator and the Measurement of the Length of Electric Waves by the Interferometer. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 174—175, 1902.

G. Marconi. Die Fortschritte der drahtlosen Telegraphie. Phys. ZS. 3, 532—534, 1902.

G. F. Hull. A Radiometric Receiver for Electric Waves. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 175—176, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

N. Hesehus. Vergleichung der elektrischen Spannungsreihen für Contact und Reibung (Einfluss der Temperatur). Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 33, 77—90, 1901.

N. Hesehus. Einfluss des Glättegrades oder der Oberflächendichte eines Körpers auf seine elektrische Differenz der Berührung (Elektrisirung von Staub). Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 1—14, 1902.

S. R. Der Zusammenhang zwischen Berührungselektricität und Härte. Westn. opit. fisik. 1901 [2], 232—237.

Ch. Ries. Elektricitätserzeugung in Pflanzen. Phys. ZS. 3, 520—521, 1902.

A. Schmauss. Aufnahme negativer Elektricität aus der Luft durch fallende Wassertropfen. Ann. d. Phys. (4) 9, 224—237, 1902.

27. Elektrostatik.

A. Wolfenson. Inducirte Ladungen. Westn. opit. fisik. 1902 [1], 230—232.

W. Levy. Ueber Elektricitätszerstreuung in der Luft. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 33, 91—111, 1901.

W. Schiptschinski. Bemerkungen zur Arbeit von W. Levy: „Ueber die Elektricitätszerstreuung in der Luft. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 47—48, 1902.

28. Batterieentladung.

K. v. Wesendonck. Bemerkungen zu einer Arbeit: „Ueber den Einfluss eines dielektrischen Körpers zwischen den Kugeln eines Spinterometers auf die Funkenlänge.“ Ann. d. Phys. (4) 9, 214—219, 1902.

29. Galvanische Ketten.

W. Reinders of Breda. Galvanic cells and the phase rule. Proc. Amsterdam 5, 182—193, 1902.

Franz Hirschson. Lichtempfindliche galvanische Elemente. Elektrot. ZS. 23, 724, 1902.

A. L. Marsh. Sur la capacité théorique des plaques d'accumulateurs. Electrical World 29, 996, 1902. [L'Éclair. électr. 32, 247, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

E. B. Wedmore. Sur les courants dérivés à la terre provenant des distributions d'électricité. Journ. of Inst. of El. Eng. 31, 567—610, 1902. [L'Éclair. électr. 37, 222—225, 1902.

Eugen Klupathy. Zur Theorie des Wehneltunterbrechers. Ann. d. Phys. (4) 9, 147—163, 1902.

E. Ruhmer. Ueber die auf der Ausstellung elektrotechnischer Neuheiten, Berlin, ausgestellten Apparate. Phys. ZS. 3, 528—532, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

E. Philip Harrison. Electrical Resistance of Iron at very Low Temperatures. Nature 66, 343—344, 1902.

C. G. Knott. On change of resistance of nickel due to magnetisation at different temperatures. Edinburgh Roy. Soc., July 21, 1902. [Nature 66, 383, 1902.

W. Barrett, W. Brown et R. Hadfield. Recherches sur les propriétés électriques et magnétiques des alliages de fer. Journ. of Inst. of El. Eng. 31, 674—729, 1902. [L'Éclair. électr. 32, 253—257, 1902.

N. E. Dorsey. Preliminary Note on the Electrical Conduction of Saturated Powders. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 177, 1902.

Franz Streintz. Ueber die elektrische Leitfähigkeit von gepressten Pulvern. 2. Die Leitfähigkeit von Metalloxyden und -sulfiden. Wien. Ber. 111 [2 a], 345—378, 1902.

Ogden N. Rood. On the Electrical Resistance of Glass, Quartz, Mica, Ebonite and Gutta-percha. Sill. Journ. (4) 14, 161—165, 1902.

32. Elektrochemie.

A. Leduc. Sur l'équivalent électrochimique de l'argent. C. R. 135, 237—240, 1902.

P. Farup. Ueber ein neues Silbervoltameter. ZS. f. Elektrochem. 8, 569—571, 1902.

Alfred Coehn. Ueber elektrolytische Darstellung neuer Legirungen. ZS. f. Elektrochem. 8, 591—595, 1902.

Jean Billitzer. Fähigkeit des Kohlenstoffs, Ionen zu bilden. Monatshefte f. Chemie 23, 502—511, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 503.

Emil Bose. Ueber die Natur der Elektricitätsleitung in elektrolytischen Glühkörpern. Ann. d. Phys. (4) 9, 164—184, 1902.

W. Hittorf. Bemerkungen zum Aufsatze der Herren Nernst und Riesenfeld: „Ueber elektrolytische Erscheinungen an der Grenzfläche zweier Lösungsmittel.“ Ann. d. Phys. (4) 9, 243—245, 1902.

K. E. Guthe. The Theory of the Electrolytic Rectifier. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 173, 1902.

Henry S. Carhart. Contributions to the Theory of Concentration Cells. Amer. Ass. Pittsburgh, [Science (N. S.) 16, 171, 1902.

A. Trowbridge and E. R. Wolcott. On the Effect of Electrolytic Condensers in Alternating Current Circuits. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 179, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

A. Upmark. Termoelectrisk Hysteresis Undersögningar. Lunds Univ. Årsskrift 38 [2], Nr. 4, 40 S.

Edward Rhodes. On the Relation between Thermoelectric Power and Change of Length, caused by Magnetization. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 181, 1902.

Peter Lebedew. Vacuumthermoelemente als Strahlungsmesser. Ann. d. Phys. (4) 9, 209—213, 1902.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

W. Ignatowski. Ueber die Erwärmung unmagnetischer Stäbe durch Foucault'sche Ströme. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34. 49—60, 1902.

35. Elektrisches Leuchten.

C. A. Skinner. On the Conditions Controlling the Drop of Potential at the Electrodes in the Vacuum Tube Discharge. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 178, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

36. Magnetismus.

L. A. Bauer. Results of Recent Magnetic Investigations. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 181, 1902.

Edward Rhodes. On the Relation between Thermoelectric Power and Change of Length, caused by Magnetization. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 181, 1902.

S. Löffler. Ueber den Einfluss der Magnetisirung auf die Torsionselasticität des Eisens. 62 S. Diss. Zürich, 1901.

Geo. F. Stradling. Preliminary Note on the Effect of Percussion in Increasing Magnetic Intensity. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 177, 1902.

W. Voigt. Ueber Pyro- und Piezomagnetismus der Krystalle. Ann. d. Phys. (4) 9, 94—114, 1902.

Quirino Majorana. Sur le dichroisme magnétique. C. R. 135, 235—237, 1902.

Q. Majorana. Nuovi fenomeni magneto-ottici presentati da speciali soluzioni magnetiche. Cim. (5) 4, 44—52, 1902.

W. Voigt. Sul fenomeno Majorana. Cim. (5) 4, 52—55, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Gilbert T. Walker. Some Problems in Electric Convection. Trans. Cambr. Phil. Soc. 19, 173—189, 1902.

John B. Whitehead. The magnetic Effect of Electric Displacement. Sill. Journ. (4) 14, 109—128, 1902.

Zeno E. Crook. Demagnetizing Effects of Electromagnetically Compensated Alternating Currents. Sill. Journ. (4) 14, 133—146, 1902.

38. Elektrodynamik. Induction.

F. C. Caldwell. Note on a New Variable Ironless Induction Coil for Large Currents. Amer. Ass. Pittsburgh. [Science (N. S.) 16, 180, 1902.

A. Szarrassi. Ueber die magnetischen Wirkungen einer rotirenden elektrischen Kugel. Wien. Anz. 1902, 239—240.

Ernest Wilson. The Dissipation of Energy by Electric Currents induced in an Iron Cylinder when rotated in a Magnetic Field. Proc. Roy. Soc. 70, 359—374, 1902.

R. Robertson. Formule générale pour enroulements d'induits réguliers. Instit. of El. Eng. 31, 933—948, 1902. [L'Éclair. électr. 32, 263—264, 1902.

E. Lecher. Bemerkung zu der Abhandlung des Herrn E. Hoppe: „Unipolare Induction.“ Ann. d. Phys. (4) 9, 248, 1902.

39. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

V. Wellmann. Ueber eine numerische Beziehung zwischen Licht und Schwerkraft. Astrophys. J. 1902, 15, 282—286. Ref. Berberich: Nat. Rdsch. 17, 35, 141—142, 1902.

P. Gerber. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation. Programm des städtischen Realprogymnasiums Stargard in Pommern 1902. Ref. Berberich: Nat. Rdsch 17, 35, 141—142, 1902.

A. Berberich. Die stereoskopische Prüfung von Himmelsaufnahmen mittels des Zeiss-Pulfrich'schen Stereo-Comparators. Nat. Rdsch. 17, 34, 429—432, 1902.

1 B. Planeten und Monde.

Ernest W. Brown. Theory of the Motion of the Moon. New Calculation of the Expressions for the Coordinates of the Moon in Terms of the Time. Memoirs the Royal Astronomical Society. Ref.: Nature 66, 1710, 356—357, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

1 D. Die Sonne.

A. Wolfer. Ueber die Existenz, die Vertheilung und die Bewegung der wahrscheinlichen Hauptcentra der Sonnenthätigkeit. Memorie della Società degli spettroscopisti Italiani 29, 152—161. Ref.: Met. ZS. 19, 7, 332—334, 1902.

Charles Nordmann. Erklärung verschiedener Himmelserscheinungen durch die Hertz'schen Wellen. C. R. 134, 9, 530, 3. März 1902. Ref.: Met. ZS. 19, 328.

H. Deslandres u. **Décombe.** Zur Frage über die Aussendung von Hertz'schen Strahlen durch die Sonne. C. R. 134, 9, 527, 3. März 1902. Ref.: Met. ZS. 19, 327.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

E. Cohen. Das Meteoreisen von N'Goureyma unweit Djenne, Provinz Macina, Sudan. Mitth. naturw. Ver. f. Neuvorpommern und Rügen 33, 3 u. 4, 15 S., 1901.

G. v. Niessl. Bahnbestimmung der grossen Feuerkugel vom 3. Oct. 1901. Wien. Anz. 18, 246, 1902.

W. Ramsay u. **L. H. Borgström.** Der Meteorit von Bjurböle bei Borgå. Bull. d. la Commission géologique de Finnlande. 28 S. m. 20 Fig. gr. 8°. Helsingfors, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

K. H. L. Magnus. Merkbuch für Wetterbeobachter. (Hannover, Carl Meyer, 1902.) Ref.: Schwalbe, Nat. Rdsch. 17, 35, 449, 1902.

Vierundzwanzigster Jahresbericht über die Thätigkeit der Deutschen Seewarte für das Jahr 1901. Erstattet von der Direction. Beiheft II zu den Ann. d. Hydr. 1902. Hamburg, 1902.

M. Girschner. Regen- und Lufttemperaturbeobachtungen zu Messenieng auf Ponape (Ost-Karolinen). Mitth. aus den Deutschen Schutzgebieten 15, 1, 1902. Ref.: Met. ZS. 19, 7, 330, 1902.

T. Okada. Ein Höhenobservatorium I. Ordnung in Japan. Met. ZS. 19, 7, 319, 1902.

E. Price Edwards. Sound Signals and Weather. Quart. J. Met. Soc. 28, 123, 173—210, 1902.

Witterung an der deutschen Küste im Juni 1902. Mittel, Summen und Extreme aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste. Ann. d. Hydr. 30, 8, 417—420, 1902.

Hans Maurer. Meteorologische Beobachtungen in Deutsch-Ost-Afrika. 2. Thl. Terminbeobachtungen an 33 Stationen. (IV u. 272 S. 1902) Deutsche überseeische meteorologische Beobachtungen 11. Hamburg, L. Friedrichsen u. Co.

Der Mai 1902 auf dem Sonnblickgipfel. Met. ZS. 19, 7, 325, 1902.

R. Gautier. Meteorologische Beobachtungen, angestellt an den Fortificationen von Saint Maurice im Jahre 1900. Met. ZS. 19, 7, 326, 1902.

Buchan. Forschungen auf dem Ben Nevis. Met. ZS. 19, 7, 324—325, 1902.

Meteorologische Beobachtungen an der Südwestküste von Afrika. Report. d. Met. Comm. d. Caplandes pro 1899 u. 1900. Met. ZS. 19, 7, 325, 1902.

Meteorologische Beobachtungen in Mozambique. Met. ZS. 19, 7, 317, 1902.

Meteorologische Beobachtungen in Kamerun. Mitth. aus den Deutschen Schutzgebieten 15, 1, 1902. Met. ZS. 19, 7, 338—339, 1902.

Grohmann. Witterung und Ernteertrag in Sachsen. Die phänologischen Beobachtungen der Jahre 1864 bis 1897 und die Ernteerträge im Königreich Sachsen in ihrer Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen. Chemnitz, 1901. Ref.: Met. ZS. 19, 7, 326—327, 1902.

Die Ankunftszeit der Vögel im Frühjahr. Met. ZS. 19, 7, 332, 1902.

R. Assmann u. A. Berson. Ergebnisse der Arbeiten am Aëronautischen Observatorium in den Jahren 1900 u. 1901. Veröff. d. K. Preuss. Met. Inst. 4°. 280 S. In Comm. bei A. Asher u. Co., Berlin 1902.

W. Köppen. Bericht über die Erforschung der freien Atmosphäre mit Hülfe von Drachen. Aus dem Archiv der deutschen Seewarte. IV u. 104 S. m. 6 Taf. gr. 4°. Hamburg, L. Friedrichsen u. Co., 1902.

De Fonvielle. La vérification de la loi des hauteurs barométriques. C. R. 135, 6, 335—336, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

2 D. Luftdruck.

Louis Froc. The Barograph Trace during the Typhoon, August 2, 3, 1902. Quart. J. Met. Soc. 28, 123, 212—214, 1902.

2 E. Winde und Stürme.

J. Brodie. The Prevalence of gales on the coasts of the British Islands during the 30 years 1871—1900. Quart. J. Met. Soc. 28, 123, 121—157, 1902.

2 F. Wasserdampf.

J. Eliot. Formation of Cloud. Indian Meteorological Memoirs 12, 2. Quart. J. Met. Soc. 28, 123, 168, 1902.
Wilson Barker. Clouds. Quart. J. Met. Soc. 28, 123, 159—167, 1902.
A. J. Monné. Mittlere Bewölkung zu Utrecht, berechnet aus den 15jährigen Beobachtungen von 1881 bis 1895, und Uebersicht der Gewitter im Königreiche der Niederlande. Met. ZS. 19, 7, 298—302, 1902.
N. J. Foyn. Wolkenbeobachtungen in Norwegen (1896—1897). Hrsgeg. von dem Norweg. Meteorologischen Institut. Kristiania 1900, 114 Sider i. 8.
T. Okada. Ueber die Evaporationskraft des Föhn. Met. ZS. 19, 7, 339, 342, 1902.

2 G. Niederschläge.

G. Hellmann. Regenkarte der Provinz Sachsen und der thüringischen Staaten 1 : 1300000. 26,5 × 22,5 cm. Farbdr. Mit erläut. Text u. Tab. 31 S. gr. 8°. Berlin, D. Reimer, 1902.
V. Raulin. Les régimes pluviométriques saisonnaux des îles britanniques. D'après les observations des 25 années 1866—1890. Annu. Soc. mét. d. France 50, 129—140, Juli 1902.
Figee. Ueber den Regenfall zu Batavia. Met. ZS. 19, 7, 322—324, 1902.
G. Ginestous. Les pluies en Tunisie. Régence de Tunis Direction Générale de l'Enseignement public. Service Mét. Tunis 1901. gr.-8°. 87 S. Mit zahlreichen Kärtchen, Diagrammen u. Tab. Ref.: Met. ZS. 19, 7, 343—344, 1902.
Rainfall at San Fernando, Spain. Quart. J. Met. Soc. 28, 123, 211, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

F. Larroque. Die Hertz'schen Wellen bei Gewitter. C. R. 134, 12, 700, 24. März 1902. Ref.: Met. ZS. 19, 329.
S. J. Alexander Riegel. Gewitterperiode 1901 in Kalocsa nach den Blitzdiagrammen des Schreiber'schen Registrators. Met. ZS. 19, 7, 320—322, 1902.
Henry. Tod durch Blitzschlag in den Vereinigten Staaten. Ref. v. Hann: Met. ZS. 19, 7, 317—319, 1902.
Das Spectrum des Blitzes. Gaea 38, 120, 1902. Met. ZS. 19, 7, 334—335, 1902.
Lightning Photographs. Quart. J. Met. Soc. 28, 123, 167, 1902.
W. H. Hall. A Tripartite Stroke of Lightning. Nature 66, 1711, 370, 1902.
Ch. Dufour. Les orages des 3 et 4 juin 1902 dans l'Aube et dans la Marne. Annu. Soc. mét. de France 50, 143—144, Juli 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

Der grüne Strahl der untergehenden Sonne. Met. ZS. 19, 7, 336, 1902.
J. J. Tandin Chabot. Der grüne Strahl. Met. ZS. 19, 7, 337, 1902.
A. Schmidt. Die Theorie des grünen Strahles. Deutsche Revue, April 1902. Met. ZS. 19, 7, 337—338, 1902.
John Baddeley. Colours between Clouds at Sunset. Nature 66, 1711, 370 1902.
E. W. Elder. Iridescent Clouds. Science 16, 396, 192, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

2 M. Praktische Meteorologie.

2 N. Kosmische Meteorologie.

2 O. Meteorologische Apparate.

A Barometer Manual for the Use of Seamen, with an Appendix on the Thermometer, Hygrometer and Hydrometer. 4th ed. Extensively Revised. Reprinted 1902.

Peter Lebedew. Vacuumthermoelemente als Strahlungsmesser. Ann. d. Phys. (4) **9**, 209—215, 1902.

P. Grützner. Ueber das Mundbarometer. Ann. d. Phys. (4) **9**, 238—242, 1902.

2 P. Klimatologie.

Das Klima von Bonneville. Met. ZS. **19**, 7, 326, 1902.

F. M. Draenert in Uberaba. Weitere Beiträge zum Klima von Recife (Pernambuco). Met. ZS. **19**, 7, 302—306, 1902.

F. M. Draenert. Das Klima von Parahyba do Norte. Met. ZS. **19**, 7, 307—310, 1902.

Klima von Dawson Yukon. Monthly Weather Review (Dominion of Canada) vom Jahre 1902. Met. ZS. **19**, 7, 313—315, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Luigi de Marchi. Trattato di geografia fisica. Milano 1902. F. Vallardi. In-8°, fig., p. XV—509, e 7 tav.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

F. R. Helmert. Ueber die Reduction der auf der physischen Erdoberfläche beobachteten Schwerebeschleunigungen auf ein gemeinsames Niveau Aus Sitzungsber. d. preuss. Akad. d. Wiss. 13 S. gr. 8°. Berlin, G. Reimer in Comm., 1902.

P. Pizzetti. Sopra alcune recenti determinazioni della gravità nell' oceano Atlantico. Cim. (5) **4**, 5, 1902.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

E. Geinitz. Ueber die vulcanischen Ereignisse von Martinique und St. Vincent. Sitzber. d. naturf. Ges. zu Rostock 28. Mai 1902, 1—16.

8 F. Erdbeben.

Beiträge zur Geophysik. ZS. f. physik. Erdkunde, Ergänzungsbd. 1. gr. 8°. Leipzig, W. Engelmann. I. Verhandlg. der vom 11. bis 13. April 1901 zu Strassburg abgeh. 1. internationalen seismologischen Conf. Red. v. Prof. E. Rudolph. Mit 22 Taf. u. 17 Fig. im Text. VIII u. 439 S. 1902.

T. E. Espin. Periodicity of Volcanic Eruptions and Earthquakes. — Circular N. 49 of the Wolsingham Observations. Nature **66**, 1710, 353, 1902.

Charles Stewart. Earthquake of May 28 at the Cape, and Coincident Meteorological Effects. Nature **66**, 1711, 369—370, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

W. Watson. Determination of Value of Earths Magnetic Field in International Units, and Comparison of Results with Values given by Kew Observatory Standard Instruments. 4°. pp. 32. Dulace.

A. Schück. Magnetische Beobachtungen an der deutschen Ostseeküste, sowie jährliche Aenderung der Elemente des Erdmagnetismus an festen Stationen Europas in den Jahren 1895 bis 1900. 14 S. mit 10 Taf. gr. 4°. Hamburg, A. Schück, 1902.

W. Laska. Ueber die Pendelunruhe. (Verhandl. der vom 11. bis 13. April 1901 zu Strassburg abgehaltenen internationalen seismologischen Conferenz) Aufsatz von Jamasaki „Ueber das grosse japanische Erdbeben vom 31. August 1896" in Peterm. Mitth. 1900, 251.

De Moidrey. Phénomènes observés à Zi-Ka-Wei (Chine) lors de l'éruption de la Martinique. C. R. **135**, 6, 322, 1902.

W. Kesslitz. Magnetische Störung in Pola während der Eruption des Mont Pelée am 8. Mai 1902. Met. ZS. **19**, 7, 316—317, 1902.

E. Wiechert. Polarlichtbeobachtungen in Göttingen. Met. ZS. **19**, 7, 315—316, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

H. R. M. The First Meeting of the International council for the Exploration of the Sea. Nature **66**, 1710, 346—347, 1902.

Temperatur und Eisverhältnisse des Nordatlantischen Oceans im Frühling und Frühsommer 1902. Met. ZS. **19**, 7, 319, 1902.

J. Y. Buchanan. Hydrographical observations on the Princesse Alice. Nature **66**, 1711, 376, 1902.

G. Schott. Oceanographie und maritime Meteorologie. Mit 40 Taf. (Karten, Profilen, Maschinenzeichnungen u. s. w.), 26 Taf. (Temperaturdiagrammen) u. 35 Fig. im Text. Text u. Atlas in 4 Bdn. 10, 12, 403 S. 1902. Kart. u. 120. — Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer Valdivia 1898 bis 1899. Herausgeg. von Prof. Carl Chun. 1. Bd. Imp.-4°. Jena, G. Fischer, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Launey de E. Maillet. Sur le débit probable des sources pendant la saison chaude de 1902. Annu. Soc. mét. de France **50**, 141—143, Juli 1902.

30. Eis, Gletscher, Eiszeit.

V. **Garde.** The State of the Sea in the Arctic Seas 1901. Quart. J. Met. Soc. **28**, 123, 157—159, 1902.

K. **Futterer.** Ueber die Structur der Eiszapfen. Ber. über die 24. Versammlung des Oberrhein. geol. Vereins in Diedenhofen v. 10. April 1901. 4 S. mit 2 Taf. Jahrb. f. Min. **2**, 2, 185—188, 1902.

K. **Futterer.** Beobachtungen am Eis des Feldberges im Schwarzwalde im Winter 1901. Verhandl. d. naturw. Ver. Karlsruhe **14**, 1901. 89 S. mit 6 photographischen Tafeln und 10 Textfiguren. Jahrb. f. Min. **2**, 2, 185—188, 1902.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. 30. September 1902. Nr. 18.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 18 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 26. August bis 12. September 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

Henry S. Carhart and **Horatio N. Chute.** Physics for High School Students. Boston, Allyn a. Bacon, 1902.

Frank M. Gilley. Principles of Physics. Boston, Allyn a. Bacon, 1902.

Gustav Jaeger. Theoretische Physik. 3. Elektricität und Magnetismus. 2. Aufl. 150 S. Sammlung Göschen Nr. 78, 1902.

W. R. Kelsey. Physical Determinations. London, Edward Arnold; New York, Longmans, Green a. Co., 1902.

J. Kiessling. Leitfaden für den Unterricht in der Experimentalphysik an Oberrealschulen, Realgymnasien und Gymnasien. Nach dem Lehrbuch der Physik von E. Budde bearbeitet. VIII u. 412 S. Berlin, P. Parey, 1902.

A. Kisselew. Elemente der Physik für mittlere Unterrichtsanstalten. 1. Einleitung, grundlegende Kenntnisse aus der Mechanik; Schwere, Flüssigkeiten, Gase, Wärme. 185 S. Moskau, 1902 (russisch).

R. A. Lehfeldt. A Text-book of Physics, with Sections on the Applications of Physics to Physiology and Medicine. 304 S. London, Edward Arnold, 1902.

J. W. Mellor. Higher Mathematics for Students of Physics and Chemistry. London, Longmans, Green and Co., 1902.

Frederick Slate. Physics; a Text-Book for Secondary Schools. New York, The Macmillan Company, 1902.

M. W. Stekloff. Sur les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique. Ann. scient. de l'écol. norm. sup. (3) 19, 191—200, 1902.

F. Pettinelli. Un nuovo procedimento per trovare molte relazioni note et ignote frà le quantità fisiche. Cuneo 1—70, 1902. [Journ. de phys. (4) 1, 594—599, 1902.

C. Musmacher. Kurze Biographien berühmter Physiker. VIII u. 280 S. Freiburg, 1902.

C. de Candolle. Marc Micheli. Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 5—13, 1902.

G. Heymans. Ueber Erklärungshypothesen und Erklären überhaupt. Ann. d. Naturphil. 1, 473—486, 1902.

W. Ostwald. Ueber die Bildung wissenschaftlicher Begriffe. Ann. d. Naturphil. 1, 385—414, 1902.

H. Januschke. Ueber den Bildungswerth der Naturwissenschaften. Vierteljahrsschr. d. Wien. Ver. z. Förd. d. Unterr. 7, 180—193, 1902.

1b. Maass und Messen.

W. H. Keesom. Reductie van waarnemingsvergelijkingen, die meer dan ééne gemeten grootheid bevatten. Versl. Amsterdam, 1902, 14—18.

Hans Rosenberg. Zusammenstellung und Vervollständigung der Rechnungsformeln für die Bestimmung der periodischen Fehler von Mikrometerschrauben. ZS. f. Instrkde. 22, 246—254, 1902.

J. Macé de Lépinay et **H. Buisson.** Sur une nouvelle méthode de mesure optique des épaisseurs. C. R. 135, 283—286, 1902.

Frederic E. Ives. A Method of Measuring Objects in the Microscope. Journ. Franklin Inst. 154, 73—77, 1902.

L. Morckhowetz, A. Samojloff und **A. Judin.** Die Chromophotographie im physiologischen Institute der Kais. Universität in Moskau. 27 S. Moskau, 1900. [Journ. de phys. (4) 1, 599—601, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

Victor Berghoff. Experimente und Versuchsanordnungen aus dem physikalischen Unterricht unter vorwiegender Benutzung des Projectionsapparates. Laterna mag. (Düsseldorf) 17, 2—17, 33—45, 49—62, 1901.

E. Jordis. Quecksilberwanne für Vorlesungszwecke. ZS. f. Elektrochem. 8, 675—676, 1902.

E. Jordis. Ein neuer Dialysator. ZS. f. Elektrochem. 8, 677—678, 1902.

F. G. Benedict and **Ch. R. Manning.** A Chemical Method for Obtaining Vacua. Amer. Chem. Journ. 27, 340—345, 1902.

Windlade' für Pressluftbetrieb. Berichte von **Leppin u. Masche,** Berlin 1, 21—24, 1902.

W. Heiskopf u. Co. Verfahren zur Herstellung von Kupferspiegeln auf Glas. D. R.-P. Nr. 124710. D. Mech.-Ztg. 1902, 151.

K. F. Slotte. Demonstrationsversuche über die Polarisation des Lichtes. Öfvers. Finska Vet.-Soc. Förh. 44, 2 S., 1902.

Charles Baskerville. A novel constant high temperature bath. Amer. Ass. for the advancem. of sc. 1902. [Science (N. S.) 16, 286, 1902.

T. C. Porter. On the Ebullition of Rotating Water. — A Lecture Experiment. Phil. Mag. (6) 4, 330—335, 1902.

2. Dichte.

J. H. Vincent. The density and coefficient of cubical expansion of ice. Phys. Rev. 15, 129—153, 1902.

P. N. Raikow. Ein neues Aräopyknometer. Chem.-Ztg. 26, 704, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 674.

Paul Hasse. Zur Berechnung des specifischen Gewichtes von Mischungen. Apoth.-Ztg. 17, 521—522, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 663.

8. Physikalische Chemie.

W. Ostwald und **R. Luther**. Hand- und Hülfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. 2. Aufl. XII u. 492 S. Leipzig, W. Engelmann, 1902.

S. Arrhenius. Text-book of Electro-Chemistry. Translated by John McCrae. 356 S. London, Longmans, 1902.

Lord **Kelvin.** On the Weights of Atoms. Phil. Mag. (6) **4**, 281—301, 1902.

G. Johnstone Stoney. On the Law of Atomic Weights. Phil. Mag. (6) **4**, 411—416. 1902.

Clarence Ebaugh. Atomic Weight of Arsenic. J. Amer. Chem. Soc. **24**, 489—497, 1902. [Journ. Chem. Soc. **82**, Abstr. II, 499, 1902.

H. C. Jones. A Redetermination of the Atomic Weight of Lanthanum. Amer. Chem. Journ. **28**, 23—24, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 689—690.

Bohuslav Brauner and **František Pavlíček.** Revision of the Atomic Weight of Lanthanum. Journ. Chem. Soc. **81**, 1243—1269, 1902.

Theodore William Richards. The possible significance of changing atomic volume. Chem. News **86**, 91—94, 1902.

Theodore W. Richards. An explanation of valence and stereochemistry. Amer. Ass. for the Advancem. of sc. 1902. [Science (N. S.) **16**, 283—284, 1902.

J. E. Mills. Molecular Attraction. North Carolina Sect. Amer. Chem. Soc. 17. Mai 1902. [Science (N. S.) **16**, 213, 1902.

H. F. Keller. The Gases of the Atmosphere. Journ. Franklin Inst. **154**, 47—57, 1902.

H. R. Carveth. Studies in vapor composition. II. Journ. phys. chem. **6**, 321—338, 1902.

J. Billitzer. Ueber die Fähigkeit des Kohlenstoffs, Ionen zu bilden. Monatsh. f. Chem. **23**, 502—511, 1902.

J. W. Mellor. The Union of Hydrogen and Chlorine. VI. The Period of Induction. Journ. Chem. Soc. **81**, 1292—1301, 1902. Proc. Chem. Soc. **18**, 170, 1902.

H. J. van Wyk. Die Hydrate über Ueberchlorsäure. ZS. f. anorg. Chem. **32**. 115—120, 1902.

Ludwik Bruner. Chemische Dynamik der Bromsubstitution. ZS. f. phys. Chem. **41**, 513—543, 1902.

R. Wegscheider. Einfluss der Constitution auf die Affinitätsconstanten organischer Säuren. Vierteljahrsschr. d. Wien. Ver. z. Förd. d. Unterr. **7**, 179—180, 1902.

A. Gutbier. Ueber colloidales Tellur. ZS. f. anorg. Chem. **32**, 51—54, 1902.

A. Gutbier. Nachtrag zu der Mittheilung „Ueber colloidales Tellur“. ZS. f. anorg. Chem. **32**, 91, 1902.

Paul Saurel. On indifferent points. Journ. phys. chem. **6**, 313—320, 1902.

A. W. Browne. Synthetic analysis in ternary systems. Journ. phys. chem. **6**, 287—312, 1902.

J. D. van der Waals. Ternaire stelsels. V. Versl. Amsterdam. Afdeel. Natuurk. 1902, 224—243.

J. W. Dito. De kookpunktskromme voor het system hydrazine + water. Versl. Amsterdam. Afdeel. Natuurk. 1902, 155—159.

Theodore William Richards und **Wilfred Newsome Stull.** Geschwindigkeit und Natur der Reaction zwischen Brom und Oxalsäure. ZS. f. phys. Chem. **41**, 544—559, 1902.

Walter Flemming. Ueber die Gerinnungsgeschwindigkeit colloidaler Kieselsäure. ZS. f. phys. Chem. **41**, 427—457, 1902.

Wolf Müller. Ueber die Zersetzungsgeschwindigkeit der Brombernsteinsäure in wässeriger Lösung. I. Der Reactionsverlauf bei 50°. ZS. f. phys. Chem. **41**, 483—497, 1902.

Wilhelm Federlin. Die Reaction zwischen Kaliumpersulfat, Jodwasserstoff und phosphoriger Säure. Ein Modell für Uebertragungskatalyse. ZS. f. phys. Chem. **41**, 565—600, 1902.

Raoul Pictet. Zur mechanischen Theorie der Explosivstoffe. 84 S. Weimar, Carl Steinert, 1902.

3a. Krystallographie.

L. Holborn und **F. Henning.** Ueber die Zerstäubung und die Rekrystallisation der Platinmetalle. Berl. Ber. 1902, 936—943.

J. C. W. Humfrey. Effects of Strain on the Crystalline Structure of Lead. Proc. Roy. Soc. **70**, 462—464, 1902.

J. Beckenkamp. Ueber Zwillingsbildung von Krystallmassen und von Molekülen. ZS. f. Kryst. **36**, 466—517, 1902.

William Campbell. Upon the Structure of Metals and Binary Alloys. Journ. Franklin Inst. **154**, 1—16, 1902.

H. W. Foote. On the Mixed Crystals of Silver Chlorate and Sodium Chlorate, and their Solutions. Amer. Chem. Journ. **27**, 345—354, 1902.

4. Mechanik.

L. Lecornu. Sur les petits mouvements d'un corps pesant. Bull. soc. math. **30**, 71—83, 1902.

René de Saussure. Théorie géométrique du mouvement des corps (solides et fluides). Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 14—41, 1902.

Vl. v. Türin. Ueber die Intensität der Bewegungsenergie („lebendige Kraft"). Ann. d. Naturphil. **1**, 486—498, 1902.

A. Despaux. Cause des Énergies attractives. XIII u. 248 S. Paris, F. Alcan, 1902.

A. Korn. Mechanische Vorstellungen über die sogenannten Fernwirkungen. Naturw. Wochenschr. (2) **1**, 330—332, 1902.

Spiridon Dj. Grujić. Das Wesen der Anziehung und Abstossung. 36 S. Berlin, Verlag von Hermann Peters, 1902.

J. Haedicke. Die Lösung des Räthsels von der Schwerkraft durch die Versuche von Huyghens. Ein Beitrag zur wissenschaftlichen Weltanschauung. 48 S. Leipzig, J. A. Barth, 1902.

L. E. Cowey. Apparat zum Anzeigen von Veränderungen in der Erdanziehung. D. R.-P. Nr. 124568. D. Mech.-Ztg. 1902, 151.

P. Gerber. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation. Progr. d. städt. Realgymn. in Stargard 1902, 24 S.

G. Koenigs. Sur l'assemblage de deux corps. C. R. **135**, 343—346, 1902.

E. O. Lovett. On the periodic solutions of the problem of three bodies. Astron. Nachr. **159**, 281—286, 1902.

Filippo Mancinelli. Sulle derivate prime delle funzioni potenziali di doppio strato. Rend. Lomb. (2) **34**, 370—378, 1901.

5. Hydromechanik.

E. Laura. Sul moto parallelo ad un piano di un fluido in cui vi sono n vortici elementari. Atti di Torino **37**, 321—328, 1902.

Bazin. Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les Tuyeaux. 27 S. Mém. Acad. Paris 1902.

Bazin. Expériences sur la contraction des Veines liquides et sur la distribution des vitesses dans leur intérieur. 63 S. Mém. Acad. Paris 1902.

6. Aeromechanik.

S. P. Langley. Experiments in Aërodynamics. 2 ed. 115 S. Smithsonian Contributions to Knowledge. London, Wesley, 1902.

Rudolf Mewes. Ueber Lehmann's Luftwiderstandsversuche. Dingl. Journ. **317**, 451—452, 1902.

B. D. Steele. An accurate method of determining the compressibility of vapours. Proc. Chem. Soc. 18, 165, 1902.

E. Vallier. Sur la loi des pressions dans les bouches à feu. C. R. 135, 314—316, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

G. Combebiac. Sur les équations générales de l'élasticité. Bull. soc. math. 30, 108—111, 1902.

Frank H. Cilley. On Changes in Form as an Essential Consideration in the Theory of Elasticity. Amer. Ass. 1902. [Science (N. S.) 16, 335—336, 1902.

Tommaso Boggio. Sull' equilibrio delle piastre elastiche piane. Rend. Lomb. (2) 34, 793—808, 1902.

Considère. Étude théorique de la résistance à la compression du béton fretté. C. R. 135, 365—368, 1902.

Ch. Fremont. Mesure de la limite élastique des métaux. C. R. 135, 281—283, 1902.

Thomas Gray. The Ratio of Direct to Transverse Change of Dimension under Longitudinal Stress (Poisson's Ratio). Amer. Ass. 1902. [Science (N. S.) 16, 336—337, 1902.

Thomas Gray. Effect of Hardening on the Rigidity of Steel. Amer. Ass. 1902. [Science (N. S.) 16, 337—338, 1902.

W. Cassie. On the Measurement of Young's Modulus. Phil. Mag. (6) 4, 402—410, 1902.

Considère. Résistance à la traction du béton armé. C. R. 135, 337—341, 1902.

E. Tornow. Druckfertigkeit einiger Stahlsorten. Dingl. Journ. 317, 468, 1902.

7b. Capillarität.

J. J. van Laar. Ueber die Asymmetrie der Elektrocapillarcurve. ZS. f. phys. Chem. 41, 385—398, 1902.

7c. Lösungen.

Georg A. Hulett and **Lucius E. Allen.** The Solubility of Gypsum. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 667—679, 1902.

G. S. Fraps. The Solubility of Barium Sulphate in Ferric Chloride, Aluminium Chloride, and Magnesium Chloride. Amer. Chem. Journ. 27, 288—291, 1902.

A. Seidell. Solubility of Mixtures of Sodium Sulphate and Sodium Chloride. Amer. Chem. Journ. 27, 52—63, 1902.

Charles J. J. Fox. Ueber die Löslichkeit des Schwefeldioxyds in wässerigen Salzlösungen und seine Wechselwirkung mit den Salzen. ZS. f. phys. Chem. 41, 458—482, 1902.

G. E. Barton. A New Glass of Low Solubility. Amer. Ass. for the Advancem. of sc. 1902. [Science (N. S.) 16, 290, 1902.

H. W. Foote. On the Mixed Crystals of Silver Chlorate and Sodium Chlorate, and their Solutions. Amer. Chem. Journ. 27, 345—354, 1902.

H. C. Jones and **Fr. H. Getmann.** The Lowering of the Freezing-Point of Water Produced by Concentrated Solutions of Certain Electrolytes, and the Conductivity of Such Solutions. Amer. Chem. Journ. 27, 433—444, 1902.

O. F. Tower. The Electrical Conductivity and Freezing-Points of Aqueous Solutions of Certain Metallic Salts of Tartaric, Malic and Succinic Acids. Amer. Ass. for the Advancem. of sc. 1902. [Science (N. S.) 16, 284, 1902.

Y. Osaka. Ueber den Gefrierpunkt verdünnter Lösungen. ZS. f. phys. Chem. **41**, 560—564, 1902.

Léon Fredericq. Sur la concentration moléculaire des solutions d'albumine et de sels. Bull. de Belg. 1902, 437—444.

R. Zsigmondy. Ueber colloidale Lösungen. ZS. f. Elektrochem. **8**, 684—687, 1902.

A. Gutbier. Ueber das flüssige Hydrosol des Selens. ZS. f. anorg. Chem. **32**, 106—107, 1902.

7d. Diffusion.

H. N. Morse and **J. C. W. Frazer.** The Preparation of Cells for the Measurement of High Osmotic Pressures. Amer. Chem. Journ. **28**, 1—23, 1902.

George A. Hulett. Beziehung zwischen osmotischem Druck und negativem Druck. Amer. Ass. for the Advancem. of sc. 1902. [Science (N. S.) **16**, 285, 1902.

H. J. Hamburger und **H. J. van der Schroeff.** Die Permeabilität von Leukocyten und Lymphdrüsenzellen für die Anionen von Natriumsalzen. Arch. f. Physiol. 1902, 119—165.

H. J. Hamburger und **G. Ad. van Lier.** Die Durchlässigkeit der rothen Blutkörperchen für die Anionen von Natriumsalzen. Arch. f. Physiol. 1902, 492—532.

A. Schücking. Ueber veränderliche osmotische Eigenschaften der Membranen von Seethieren. Arch. f. Physiol. 1902, 533—541.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

F. Loppé. Decomposition en sinusoïdes d'une courbe représentant un phénomène périodique. L'éclair. électr. **32**, 287—290, 1902.

Josef Tuma. Eine Methode zur Vergleichung von Schallstärken und zur Bestimmung der Reflexionsfähigkeit verschiedener Materialien. Wien. Ber. **111** [2a] 402—410, 1902.

Edwin H. Barton and **S. C. Laws.** Air-Pressures used in playing Brass-Instruments. Proc. Phys. Soc. London **18**, 128—137, 1902.

Tissot. Sur l'arc chantant et les contacts imparfaits. L'Assoc. Franç. pour L'Avanc. des Sc. 1902. [L'éclar. électr. **32**, 354—356, 1902.

Marage. Mesure de l'acuité auditive. Journ. de phys. (4) **1**, 574—583, 1902.

Karl L. Schaefer. Musikalische Akustik. 158 S. Sammlung Göschen. Nr. 21, 1902.

Ch. K. Wead. Contributions to the history of musical scales. Washington, Smithsonian Inst., 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

J. Boussinesq. Réflexion et réfraction par un corps transparent animé d'une translation rapide: ondes réfléchies et réfractées; amplitude des vibrations. C. R. **135**, 269—273, 1902.

J. Boussinesq. Réflexion et réfraction par un corps animé d'une translation rapide: construction des rayons, indépendante de la translation,

et rotation, paraissant au contraire en dépendre, du plan de polarisation du rayon réfracté. C. R. 135, 309—314, 1902.

J. Larmor. On the Influence of Convection on Optical Rotatory Polarization. Phil. Mag. (6) 4, 367—370, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

K. Martin. Ueber die anastigmatische Bildfeldebenung und ihre Beziehung zum Glasmaterial. Centralztg. f. Opt. u. Mech. 23, 133—135, 1902.

Morton Githens Lloyd. Note on the multiple images formed by two plane inclined mirrors. [Science (N. S.) 16, 316—317, 1902.

Edwin Enser and **Edgar Senior.** The Diffraction of Light from a Dense to a Rarer Medium, when the Angle of Incidence exceds its Critical Value. Phil. Mag. (6) 4, 346—352, 1902.

P. Camman. Réflexion de la lumière sur un miroir de fer aimanté perpendiculairement au plan d'incidence. C. R. 135, 286—288, 1902.

R. W. Wood. The Absorption, Dispersion, and Surface-Colour of Selenium. Proc. Phys. Soc. London 18, 148—166, 1902.

J. D. Everett. On Focal Lines and Anchor-Ring Wave-Fronts. Proc. Phys. Soc. London 18, 143—148, 1902.

P. G. Nutting. The Effect of Light on Cyanin. Nature 66, 416, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

P. Konen. Spectra der Entladungen in Flüssigkeiten. Phys. ZS. 3, 537—539, 1902.

R. W. Wood. On a Remarkable Case of Uneven Distribution of Light in a Diffraction Grating Spectrum. Phil. Mag. (6) 4, 396—402, 1902.

R. W. Wood. A suspected case of the Electrical Resonance of Minute Metal Particles for Light-waves. A New Type of Absorption. Proc. Phys. Soc. London 18, 166—182, 1902.

W. N. Hartley, J. J. Dobbie and **A. Lauder.** The absorption spectra of phloroglucinol and some of its derivatives. Proc. Chem. Soc. 18, 171—172, 1902.

13. Photometrie.

Hugo Krüss. Messung der Helligkeit von Projectionsapparaten. S.-A. 8 S. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod. Techn. 1902.

C. P. Matthews. A New Photometer for the Measurement of the Candlepower of Incandescent Lamps. Amer. Ass. 1902. [Science (N. S.) 16, 340—341, 1902.

Otto Lummer. Die Ziele der Leuchttechnik. Experimentalvortrag, gehalten am 19. März 1902, am Gesellschaftsabend des Elektrotechnischen Vereins zu Berlin. Elektrotechn. ZS. 23, 787—794, 806—815, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

H. Becquerel. La Radio-activité de la Matière. Rev. gén. des sc. 13, 603—610, 1902.

A. Sella. Ricerche di radioattività indotta. Lincei Rend. (5) 11 [2] 81—89, 1902.

H. Dufour. Observations sur les substances radioactives. C. R. Seances Soc. de Phys. de Genève, 1 Mai 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 86, 1902.

E. Rutherford and **A. G. Grier.** Deviable Rays of Radioactive Substances. Phil. Mag. (6) 4, 315—330, 1902.

E. Rutherford and **F. Soddy.** The Cause and Nature of Radioactivity. Phil. Mag. (6) 4, 370—396, 1902.

E. Rutherford and **Frederick Soddy.** The radioactivity of thorium compounds. II. The cause and nature of radioactivity. Chem. News **86**, 97—101.

15 a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

Wilfred Hall. Simple Means of Producing Diffraction Effects. Nature **66**, 416, 1902.

15 b. Drehung und Polarisationsebene.

H. Landolt. The Optical Rotating Power of organic Substances and its practical Applications. 2 ed. Transl. by J. H. Long. XXI u. 751 S. Easton, Pa., 1902.

Guy Maurice Wilcox. Note on the optical rotatory power of cane-sugar when dissolved in amines. Journ. phys. chem. **6**, 339—342, 1902.

Carl Kullgren. Studien über die Inversion. ZS. f. phys. Chem. **41**, 407—426, 1902.

B. H. J. ter Braake. L'anaéro-polarimetrie. Rec. trav. chim. des Pays-Bas **21**, 155—186, 1902.

L. H. Siertsema. Metingen over de magnetische draaiing van het polarisatie-vlak in vloeibaar gemaakte gassen bij atmosferischen druck. II. Metingen met chlormethyl. Versl. Amsterdam Afdeel. Natuurk. 1902, 250—255.

15 c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

G. Geipel. Krystallographisch-optische Studien an synthetisch hergestellten Verbindungen. 23 S. Breslau, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

J. W. Mellor. The Union of Hydrogen and Chlorine. V. The Action of Light on Chlorine Gas. Journ. Chem. Soc. **81**, 1280—1292, 1902. Proc. Chem. Soc. **18**, 169—170, 1902.

17. Physiologische Optik.

18. Optische Apparate.

T. Bolas and **G. E. Brown.** The Lens. Practical guide to choice, use, testing of photographic Objectives. 176 S. London, 1902.

E. Berger. Ueber stereoskopische Lupen und Brillen. Centralztg. f. Opt. u. Mech. **23**, 145—146, 1902.

C. Pulfrich. Ueber neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereocomparator. ZS. f. Instkde. **22**, 229—246, 1902.

Gustav Halle. Präcisionscurven-Controlapparat. D. Mech.-Ztg. 1902, 142—143.

W. Čassie. Multiple Transmission Fixed-Arm Spectroscopes. Proc. Phys. Soc. London **18**, 117—127, 1902.

IV. Wärmelehre.

19 a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19 b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

J. E. Verschaffelt. Bijdrage tot de kennis van het ψ-vlak in de onmiddellijke nabijheid van den kritischen toestand voor binaire mengsels met eine kleine hoeveelheid van een der bestanddeelen. Versl. Amsterdam, Afdeel. Natuurk. 1902, 255—269.

Ed. Mallet et **L. Friderich.** Études numériques sur l'équation des fluides. Sur une formule de dilatation des liquides. Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 50—58, 1902.
J. D. Everett. On the Comparison of Vapour-Temperatures at Equal Pressures. Phil. Mag. (6) 4, 335—338, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

L. Boltzmann. Leçons sur la théorie des gaz. Traduites par A. Gallotti. Première partie, XIX et 204 S. Paris, Gauthier-Villars, 1902.
Heinrich Mache. Ueber die Verdampfungswärme und die Grösse der Flüssigkeitsmolekel. Wien. Ber. 111 [2a], 382—393, 1902.
Peter Fireman. The Expansion of a Gas into a Vacuum and the Kinetic Theory of Gases. Amer. Ass. for the Advancem. of Sc. 1902. [Science (N. S.) 16, 285—286, 1902.
O. Tumlirz. Eine Ergänzung der van der Waals'schen Theorie des Cohäsionsdruckes. Wien. Ber. 111 [2a], 524—552, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

A. Musil. Grundlagen der Theorie und des Baues der Wärmekraftmaschinen. Zugleich autorisirte, erweiterte deutsche Ausgabe des Werkes „The Steam-engine and other Heat-engines" von J. H. Ewing. X u. 794 S. Leipzig, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

J. H. Vincent. The Density and Coefficient of Cubical Expansion of Ice. Phys. Rev. 15, 129—153, 1902.
K. F. Slotte. Ueber die thermische Ausdehnung und die specifische Wärme einfacher fester Körper. Öfvers. Finska Vet.-Soc. Förh. 44, 18 S., 1902.
A. E. Tutton. The Thermal Expansion of Porcelain. Proc. Phys. Soc. London 18, 182—196, 1902.
W. W. Randall. The Expansion of Gases by Heat. Scientific Memoirs Nr. 14, X u. 166 S. New York, The Amer. Book Comp., 1902.
R. Hase. Ueber die Messung hoher Temperaturen mit dem Pyrometer Wanner. ZS. f. angew. Chem. 15, 715—717, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

Carl Forch. Ueber die Wärmetönung von festem und flüssigem Naphtalin in verschiedenen Lösungsmitteln. Phys. ZS. 3, 537, 1902.
de Forcrand. Recherches sur l'oxyde de zinc. Ann. chim. phys. (7) 27, 26—66, 1902.
F. W. Clarke. A Thermochemical Constant. Amer. Ass. for the Advancem. of Sc. 1902. [Science (N. S) 16, 284—285, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

Herm. Thiede. Schmelzpunktsbestimmungsapparat. ZS. f. angew. Chem. 15, 780—781, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 674—675.
H. Fay and **C. B. Gillson.** The Alloys of Lead and Tellurium. Amer. Chem. Journ. 27, 81—95, 1902.
H. Fay and **H. E. Ashley.** The Alloys of Antimony and Tellurium. Amer. Chem. Journ. 27, 95—105, 1902.
H. C. Jones and **Fr. H. Getmann.** The Lowering of the Freezing-Point of Water Produced by Concentrated Solutions of Certain Electrolytes, and the Conductivity of Such Solutions. Amer. Chem. Journ. 27, 433—444, 1902.

H. C. Jones, J. Barnes and **P. Hyde.** The Lowering of the Freezing-Point of Aqueous Hydrogen Dioxide. Amer. Chem. Journ. 27, 22—31, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

E. B. H. Wade. A new Hygrometric Method. Proc. Phys. Soc. London 18, 137—143, 1902.

Oscar Kausch. Die Herstellung und Verwendung von flüssiger Luft. 129 S. Weimar, Carl Steinert, 1902.

23. Calorimetrie.

P. W. Robertson. Atomic and Molecular Heats of Fusion. Journ. Chem. Soc. 81, 1233—1243, 1902.

K. F. Slotte. Ueber die thermische Ausdehnung und die specifische Wärme einfacher fester Körper. Öfvers. Finska Vet.-Soc. Förh. 44, 18 S., 1902.

H. T. Barnes. On the Capacity for Heat of Water between the Freezing and Boiling Points together with a Determination of the Mechanical Equivalent of Heat in Terms of International Electrical Units. London, Dulau, 1902.

Albert W. Smith and **Edward J. Humel.** A Modification of the Calorimetric Method of Determining the Heat of Chemical Reactions. Amer. Ass. for the Advancem. of sc. 1902. [Science (N. S.) 16, 291, 1902.

Ch. F. Mabery and **A. H. Goldstein.** On the Specific Heats and Heat of Vaporisation of the Paraffin and Methylene Hydrocarbons. Amer. Chem. Journ. 28, 66—78, 1902.

W. Longuinine. Étude de la chaleur latente de vaporisation de l'aniline, de l'orthotoluidine, de quelques uns de leurs dérivés ainsi que d'autres substances de la chimie organique. Ann. chim. phys. (7) 27, 105—144, 1902.

J. S. Shearer. The heat of vaporization of air. Phys. Rev. 15, 188—191, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

Ernest Cesàro. Sur un problème de propagation de la chaleur. Bull. de Belg. 1902, 387—404.

24b. Wärmestrahlung.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

D. C. Jackson and **J. P. Jackson.** An Elementary Book on Electricity and Magnetism and their Applications. XI u. 482 S. New York, The Macmillan Company; London, Macmillan and Co., Ltd., 1902.

H. G. Graf. Die neuesten Errungenschaften auf dem Gebiete der Elektricität. 3. Aufl. VII u. 143 S. Neuwied, 1902.

Gustav Platner. Die Maxwell'sche Theorie der Elektricität und ihre Bedeutung für die Elektrolyse. Elektrochem. ZS. 9, 123—129, 1902.

T. Levi-Civitá. La teoria elettrodinamica di Hertz di fronte ai fenomeni di induzione. Lincei Rend. (5) 11 [2], 75—81, 1902.

J. D. van der Waals jr. Statistische electro-mechanica. Versl. Amsterdam, Afdeel. Natuurk. 1902, 243—250.

Th. Tommasina. Sur les limites de la théorie des ions et sur l'absorption de la radioactivité par les liquides. C. R. Seances Soc. de phys. de Genève, 1 Mai 1902. [Arch. sc. phys. et. nat. (4) **14**, 86—89, 1902.

William S. Day. An experiment relating to the application of Lagrange's equations of motion to electric currents. Phys. Rev. **15**, 154—162, 1902.

E. Steingräber. Ueber die Influenz, welche elektrische Masse auf ein hohles Rotationsellipsoid als Conductor ausübt, wenn die Masse im Innern auf der Axe symmetrisch aufgelagert ist. 23 S. Diss. Greifswald, 1902.

S. J. Barnett. The Generalization of Gauss's theorem. Phys. Rev. **15**, 172—174, 1902.

S. J. Barnett. On the Cavendish experiment and the law of inverse squares in electrostatics. Phys. Rev. **15**, 175—177, 1902.

P. de Heen. Interprétation théorique des différents procédés d'électrisation et sur un nouveau mode d'induction électro-magnétique. Bull. de Belg. 1902, 367—387.

S. C. Michele Cantone. Sulla elettrostrizione. Risposta ad una nota del Signor More. Rend. Lomb. (2) **34**, 1095—1101, 1901.

E. R. v. Schweidler. Einige Fälle der Energieumwandlung bei der Ladung von Condensatoren. Wien. Ber. **111** [2a], 573—578, 1902.

R. Swyngedauw. Sur l'influence de la capacité sur l'amortissement de la décharge d'un condensateur. L'Assoc. Franç. pour L'Avanc. des Sc. 1902. [L'éclair. électr. **32**, 351—353, 1902.

Fr. T. Trouton. Die Resultate eines elektrischen Experiments über die relative Bewegung von Erde und Aether, das von dem verstorbenen Professor Fitz-Gerald angegeben ist. Dublin Trans. (2) **7**, 379—384, 1902. [Beibl. **26**, 869—871, 1902.

A. Turpain. Sur les propriétés des enceintes fermées relatives aux ondes électriques. L'Assoc. Franç. pour L'Avanc. des Sc. 1902. [L'éclair. électr. **32**, 358—363, 1902.

Brillouin. Influence réciproque de deux oscillateurs voisins. Ann. chim. phys. (7) **27**, 17—26, 1902.

W. B. Morton. On the Forms of the Lines of Electric Force and of Energy Flux in the neighbourhood of Wires leading Electric Waves. Phil. Mag. (6) **4**, 302—314, 1902.

R. W. Wood. A suspected case of the Electrical Resonance of Minute Metal Particles for Light-waves. A new Type of Absorption. Proc. Phys. Soc. London **18**, 166—182, 1902.

A. Ketterer. Sur l'action de la tension et du rayonnement électriques sur le cohéreur. Journ. de phys. (4) **1**, 589—594, 1902. C. R. Séances Soc. Vaud., 7 Mai 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 83, 1902.

E. Ruhmer. Ein neuer Detector für elektrische Wellen. Centralztg. f. Opt. u. Mech. **27**, 150, 1902.

A. Battelli u. L. Magri. Ueber oscillatorische Entladungen. Phys. ZS. **3**, 539—547, 1902.

H. Guilleminot. Moyen de regler les resonateurs de haute fréquence, en vue de leur emploi médical. C. R. **135**, 288—290, 1902.

H. Poincaré. Die Telegraphie ohne Draht. Uebersetzt von W. Jaeger. (Forts.) D. Mech.-Ztg. 1902, 144—145.

A. Turpain. Les expériences récentes de télégraphie sans fil. L'éclair. électr. **32**, 281—286, 337—351, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

Alois Schuller. Ueber die Potentialdifferenz der Metalle. S.-A. Math. u. Naturw. Ber. a. Ungarn **18**, 6 S., 1900 (1902).

27. Elektrostatik.

V. Crémieu. Méthode de réglage automatique du potentiel d'un condensateur. Relais électrostatique. Journ. de phys. (4) **1**, 583—588, 1902.

Camillo Carpini. Determinazione dei potentiali alternanti. Lincei Rend. (5) 11 [2], 98—102, 1902.

Hans Benndorf. Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität. X. Ueber ein mechanisch registrirendes Elektrometer für luftelektrische Messungen. Wien. Ber. 111 [2a], 487—512, 1902.

28. Batterieentladung.

R. F. Earhart. Sparking Distances between plates for small distances. Phys. Rev. 15, 163—171, 1902.

Bordier. Action des radiations ultra-violettes sur la décharge électrique. L'Assoc. Franç. pour l'Avanc. des Sc. 1902. [L'éclair. électr. 32, 353—354, 1902.

Ernst Lecher. Beeinflussung des elektrischen Funkens durch Elektrisirung. Wien. Ber. 111 [2a], 513—523, 1902.

29. Galvanische Ketten.

E. Cohen. Ueber Normalelemente. ZS. f. Elektrochem. 8, 643—645, 1902.

W. Reinders. Het galvanisch element en de phasenleer. Versl. Amsterdam, Afdeel. Natuurk. 1902, 115—126.

E. F. Roeber. A thermodynamical note on the Theory of the Edison accumulator. Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1, 195—220, 1902.

W. Hibbert. Einfluss der Temperatur auf die Capacität der Accumulatoren. The Electrical Review 1902, 51. [Elektrochem. ZS. 9, 129—131, 1902.

C. Liebenow. Ueber die Verwendung der Fuchs'schen Messmethode in der Accumulatorentechnik. ZS. f. Elektrochem. 8, 616—623, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

August Raps. Ueber elektrische Messungen und Messinstrumente. Vortrag, gehalten am 18. November 1901. S.-A. ZS. d. Oesterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1902, Nr. 28 u. 29, 17 S.

W. Williams. On the Temperature Variation of the Electrical Resistances of Pure Metals and Allied Matters. Proc. Phys. Soc. London 18, 196—214, 1902.

A. Hulett. On Conductivity. Amer. Ass. for the Advancem. of Sc. 1902. [Science (N. S.) 16, 285, 1902.

August Hagenbach. Ueber elektrolytische Leitung in Gasen. Sitzungsber. Ges. Naturkde. Bonn, 1901, 1902.

J. J. Thomson. Experiments on Induced-Radioactivity in Air, and on the Electrical Conductivity produced in Gases when they pass through Water. Phil. Mag. (6) 4, 352—367, 1902.

W. Plotnikow. Ueber das Leitvermögen von Lösungen mit Aethylbromid als Lösungsmittel. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 34, 466—472, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 617.

32. Elektrochemie.

L. Kahlenberg. Current electrochemical theories. Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1, 119—125, 1902.

T. W. Richards. The Exactness of Faraday's Law. Amer. Ass. for the Advancem. of Sc. 1902. [Science (N. S.) 16, 284, 1902.

Emil Bose. Das Faraday'sche Gesetz und sein Gültigkeitsbereich. Chem.-Ztg. 26, 47—48, 66—68, 1902.

Kurt Arndt. Ein elektrochemischer Versuch von Berzellius. ZS. f. Elektrochem. 8, 695—696, 1902.

A. Reuterdahl. The atom of electrochemistry. Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1, 229—245, 1902.

J. Billitzer. Elektrische Doppelschicht und absolutes Potential. ZS. f. Elektrochem. 8, 638—641, 1902.
F. Haber. Eine Bemerkung über die Amalgampotentiale und über die Einatomigkeit in Quecksilber gelöster Metalle. ZS. f. phys. Chem. 41, 399—406, 1902.
J. J. van Laar. Ueber die Asymmetrie der Elektrocapillarcurve. ZS. f. phys. Chem. 41, 385—398, 1902.
K. Norden. On a new type of electrolytic meter. Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1, 181—185, 1902.
J. Locke. Electro-Affinity as a Basis for the Systematization of Inorganic Compounds. Amer. Chem. Journ. 27, 105—118, 1902.
F. G. Donnan and H. Bassett jr. The colour changes exhibited by the chlorides of cobalt and some other metals from the standpoint of the theory of electroaffinity. Proc. Chem. Soc. 18, 164, 1902.
R. Luther. Elektromotorisches Verhalten des Ozons. ZS. f. Elektrochem. 8, 645—649, 1902.
R. Luther. Elektromotorisches Verhalten der unterchlorigen Säure und Chlorsäure. ZS. f. Elektrochem. 8, 601—604, 1902.
H. Schlundt. On the relative velocities of the ions in solutions of silver nitrate in pyridine and acetonitrile. Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1, 177—179, 1902.
A. Leduc. Électrolyse de l'azotate d'argent. Journ. de phys. (4) 1, 561—573, 1902.
H. Ley. Elektrochemische Constitutionsbestimmungen an Silbersalzen. ZS. f. Elektrochem. 8, 694—695, 1902.
Joseph W. Richards. Elektrolytische Secundärreactionen. Elektrochem. ZS. 9, 117—122, 1902.
H. S. Carhart. A novel concentration Cell. Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1, 105—113, 1902.
J. Tafel. Kathodische Polarisation in verdünnter Schwefelsäure. ZS. f. Elektrochem. 8, 604—607, 1902.
F. Foerster und Erich Müller. Ueber das Verhalten der unterchlorigen Säure und ihrer Salze bei der Elektrolyse. ZS. f. Elektrochem. 8, 633—638, 665—672, 1902.
Le Blanc und J. Brode. Die Elektrolyse von geschmolzenem Aetznatron und Aetzkali. ZS. f. Elektrochem. 8, 697—707, 1902.
R. Abegg. Ueber die Complexbildung von Quecksilbersalzen. ZS. f. Elektrochem. 8, 688—690, 1902.
F. Haber. Ueber Aluminiumdarstellung. ZS. f. Elektrochem. 8, 607—616, 1902.
J. W. Richards. Electrolysis by an alternating current. Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1, 221—228, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

H. Agricola. Die thermoelektromotorische Kraft des Quecksilbers und einiger sehr verdünnter Amalgame in ihrer Abhängigkeit von Druck und Temperatur. Diss. Erlangen. 27 S. 1901.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

P. de Heen. Les courants à extrême fréquence ou les courants caloriques. Bull. de Belg. 1902, 495—518.

35. Elektrisches Leuchten.

A. Turpain. Les phénomènes de luminescence dans les tubes à gaz raréfié et les dispositifs pour courants de haute fréquence. L'Assoc. Franç. pour l'Avanc. des Sc. 1902. [L'éclair. électr. 32, 356—358, 1902.

Oreste Murani. Un tubo focus può, a un certo grado di vuoto, funzionare da valvola elettrica per correnti alternate ad alto potenziale. Rend. Lomb. (2) **34**, 608—612, 1902.

Th. Tommasina. Sur le mode de formation des rayons cathodiques et des rayons de Röntgen. C. R. **135**, 319—322, 1902.

W. Seitz. Abhängigkeit der Absorption, welche Kathodenstrahlen in einem dünnen Blättchen erleiden, vom Entladungspotential. Phys. ZS. **3**, 552—553, 1902.

Nicolaus Hehl. Ueber die Dimensionen der Gebilde an der Kathode. Phys. ZS. **3**, 547—552, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

H. Boas. Apparat zur orthogonal-parallelprojectivischen Aufnahme von Röntgenbildern. D. Mech.-Ztg. 1902, 153—156.

36. Magnetismus.

K. Honda. Change of Length of Ferromagnetic Wires under Constant Tension by Magnetization. Phil. Mag. (6) **4**, 338—346, 1902.

Ch. Maurain. Sur les variations de volume dues à l'aimantation. L'Ass. Franç. pour l'Avanc. des Sc. [Éclair. électr. **32**, 325, 1902.

Alberto Dina. Confronto Sperimentale fra l'isteresi alternativa, statica e rotante. Rend. Lomb. (2) **34**, 988—1002, 1901.

H. Meldan. Die Compensation des Schiffscompasses. Phys. ZS. **3**, 554—558, 1902.

P. Camman. Réflexion de la lumière sur un miroir de fer aimanté perpendiculairement au plan d'incidence. C. R. **135**, 286—288, 1902.

L. H. Siertsema. Metingen over de magnetische draaiing van het polarisatie-vlak in vloeibaar gemaakte gassen bij atmosferischen druk. II. Metingen met chlormethyl. Versl. Amsterdam, Afdeel. Natuurk. 1902, 250—255.

Quirino Majorana. Sulle rotazioni bimagnetiche del piano di polarizazione della luce. Lincei Rend. (5) **11** [2], 90—98, 1902.

Quirino Majorana. Sulla rapidità con cui si manifesta la birifrangenza magnetica. Linc. Rend. (5) **11** [2], 139—144, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

38. Elektrodynamik. Induction.

Thomas R. Lyle. On Circular Filaments or Circular Magnetic Shells equivalent to Circular Coils, and on the equivalent Radius of a Coil. Proc. Phys. Soc. London **18**, 95—116, 1902.

J. J. Taudin Chabot. Ueber den Durchgang des elektrischen Stromes durch ein gasförmiges Medium im Felde rotirender Magnete. Phys. ZS. **3**, 553—554, 1902.

39. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

1 B. Planeten und Monde.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

1 D. Die Sonne.

W. H. Julius. On Hypothesis of the Nature of Solar Prominences. Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam August 8, 1902. Ref.: Nature 66, 1714, 450, 1902.

A. Leman. Ueber Schattenphänomene bei Finsternissen. Berlin, 1902. 40 pp. m. 3 Taf. u. 23 Abbild.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Alexander Graham Bell. Radiant-Point of the Perseids. Nature 66, 1714, 440, 1902.

W. F. Denning. The Perseid Meteoric Shower of 1902. Nature 66, 1712, 406, 1902.

Friedrich Berwerth. Der Meteorstein von Zavid. Wiss. Mitth. aus Bosnien und der Herzegowina 8, 1901, 1—18 mit 1 Taf. u. 2 Abbild. im Text.

Friedrich Berwerth. Ueber das neue Meteoreisen von Mukerop. Anzeig. d. k. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. Math.-naturw. Cl. 20. Febr. 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

E. Pini. Riassunto delle osservazioni meteorologiche, eseguite presso al r. Osservatorio astronomico di Brera nell' anno 1899. Rend. Ist. Lombardo (2) 34, 254—295. Milano, 1901.

Weston M. Fulton, Knoxville, Tenn. The advisability of supplying employees with apparatus for carrying on original scientific investigation under certain conditions. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 22—28. Washington, 1902.

Frank H. Bigelow, Washington, DC. Higher meteorology in the U. S. Weather Bureau. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 19—22. Washington, 1902.

Charles F. von Herrmann, Rayleigh, N. C. The advent of spring. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 69—75. Washington, 1902.

Roscoe Nunn, Nashville, Tenn. The carreer the Weather Bureau Service offers to young men. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 78—82. Washington, 1902.

G. N. Salisbury, Seattle, Wash. Under existing conditions of station work, is it practicable to require assistants to pursue a systematic course of meteorological study? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 82—84. Washington, 1902.

F. P. Chaffee, Montgomery, Alb. Meteorology in the public schools — how much shoold be attempted — methods of teaching. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 85—90. Washington, 1902.

G. A. Loveland, Lincoln, Nebr. Meteorology in colleges; to what extent is it taught at present; should it be offered as an undergraduate or as a postgraduate course? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 90—92. Washington, 1902.

J. Warren Smith, Columbus, Ohio. Popular lectures on meteorology, including lectures to Farmers' Institutes, social gatherings, societies, etc. Are such lectures valuable in proportion to time given? What should be the general character of such lectures? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 92—98. Washington, 1902.

E. A. Evans, Richmond, Va. Meteorological and other forms and reports: should they be simplified; are modifications desirable? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 168—172. Washington, 1902.

J. W. Bauer, Columbia, S. C. The examination of monthly meteorological reports of voluntary observers: it is desirable to report back to the voluntary observer the errors and irregularities discovered in his report? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 172—174. Washington, 1902.

S. C. Emery, Memphis, Tenn. The best means of preserving records for reference and study. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 175—177. Washington, 1902.

W. S. Palmer, Cheyenne, Wyo. The use of collected data. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 178, 179. Washington, 1902.

C. E. Linney, Chicago, Ill. Records in court. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 180—182. Washington, 1902.

P. F. Lyons, St. Paul, Minn. Records in court. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 183, 184. Washington, 1902.

A. F. Sims, Albany, N. Y. Suburban meteorological observatories. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 215. Washington, 1902.

A. Lawrence Rotch, Blue Hill. A method for the systematic exploration of the atmosphere by means of kites. Proc. II. Convent. Weather Bureau Officials, Milwaukee, 1901, 66—67. Washington, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

Oliver L. Fassig, Ph. D., Baltimore, Md. A marked rise in the normal Baltimore temperature curve for May. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 68—69. Washington, 1902.

2 D. Luftdruck.

Miss **F. E. Cave Browne-Cave** with some assistance from **Karl Pearson.** On the Correlation between the Barometric Height at Stations on the Eastern Side of the Atlantic. Proc. Royal Society 70, 465—470, 1902.

2 E. Winde und Stürme.

William H. Alexander. Hurricanes especially those of Porto Rico and St. Kitts. U. S. Department of Agriculture Weather Bureau. Bulletin No. 32. Washington, 1902.

E. J. Glass, Helena, Mont. Chinook winds. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 41—43. Washington, 1902.

2 F. Wasserdampf.

Alex. Mc Adie, San Francisco. Fog studies. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 31—40. Washington, 1902.

2 G. Niederschläge.

D. Vanhove. Étude pluviométrique sur le bassin de la Meuse. Acad. Roy. d. Belgique. Bull. de Classe des Sciences **7**, 428—437. Bruxelles, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

Albert Gockel. Luftelektrische Untersuchungen. Collectanea Friburgensia. Neue Folge, Fasc. 4. Freiburg, 1902.

J. V. Elster. Cuorno's Messungen der Elektricitätszerstreuung in der freien Atmosphäre auf Capri. Gött. Nachr. 1902, 193—219.

Fr. Exner. Bericht über die Thätigkeit der luftelektrischen Stationen der Wiener Akademie. Gött. Nachr. 1902, 231—237.

A. B. Chauveau. Recherches sur l'électricité atmosphérique. 1er Mémoire: Introduction historique et bibliographique à l'étude de l'électricité atmosphérique. 2e Mémoire: Étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique. Paris, Gauthier-Villars, 1902. 2 Fasc. in-4°. C. R. **135**, 7, 359, 360, 1902.

H. Ebert. Bericht über die in München im Jahre 1901/02 ausgeführten luftelektrischen Arbeiten. Gött. Nachr. 1902, 219—231.

Hans Benndorf. Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität. 10. Ueber ein mechanisch registrirendes Elektrometer für luftelektrische Messungen. Wien, 1902.

Ein neuer Gewitterregistrator. Der Mechaniker **10**, 16, 183—184, 1902.

James Kenealy, Cleveland, Ohio. Lightning recorders and their utility in forecasting thunderstorms. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 76—78. Washington, 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

L. G. Schulz, Fort Worth, Tex. Study for sky polarization with reference to weather conditions. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 28—31. Washington, 1902.

Emilio Oddone. Sul Coefficienti medio di Trasparenza dell' aria per grandi Visuali Terrestri. Rend. Ist. Lombardo (2) **34**, 511—532. Milano, 1901.

G. H. Bryan. Sunset Effects. Nature **66**, 1712, 390, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

Oliver L. Fassig, Ph. D., Baltimore, Md. The westward movement of the daily barometric wave. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 62—65. Washington, 1902.

2 L. Dynamische Meteorologie.

2 M. Praktische Meteorologie.

Harvey Maitland Watts, of the Philadelphia Press. The forecaster and the newspaper. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 43—57. Washington, 1902.

M. W. Hayes, Havana, Cuba. Value of the climate and crop and storm warning services of the Weather Bureau to the industries of Cuba and other islands of the West Indies. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 58—60. Washington, 1902.

G. Harold Noyes, A. B. Boston, late of San Juan, P. R. Value of the climate and crop and storm-warning services of the Weather Bureau to the industries of Porto Rico. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 60—62. Washington, 1902.

E. B. Garriott. Forecast and forecasting. Address of the chairman. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 115—117. Washington, 1902.

Ferdinand J. Walz, Chicago, Ill. The relation between general and local forecasts. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 117—127. Washington, 1902.

H. J. Cox, Chicago, Ill. Should the verifying change of temperature be smaller, and should not the terms „slightly warmer" or „slightly cooler" be credited? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 127—134. Washington, 1902.

A. J. Henry, Washington, D. C. Should not temperature forecasts be verified by the readings of maximum and minimum thermometers? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 134—136. Washington, 1902.

F. H. Brandenburg, Denver, Colo. Facilities for systematic study of corresponding weather types. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 136—137. Washington, 1902.

F. P. Chaffee, Montgomery, Ala. How to make the synopsis instructive to the public. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 137—141. Washington, 1902.

Harvey M. Watts, Philadelphia Press. The public and the forecaster. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 142—145. Washington, 1902

J. H. Robinson, Washington, D. C. The telegraph and the weather service. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 145—146. Washington, 1902.

H. B. Boyer, Savannah, Ga. Weather forecasts and the public. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 151, 152. Washington, 1902.

Peter Wood, Pittsburg, Pa. Value of dew-point in forecasting weather under certain conditions. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 152. Washington, 1902.

Lee A. Denson, Meridian, Miss. The double observation as a means of improving forecasts. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 153. Washington, 1902.

H. W. Richardson, Duluth. Substitution of Acetylene Gas for Oil in storm-warning lanterns. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 154—156. Washington, 1902.

J. B. Marbury, Atlanta, Ga. Verification of weather forecasts. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 156—158. Washington, 1902.

P. F. Lyons, St. Paul, Minn. Should the temperature be verified by maximum and minimum readings? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 167. Washington, 1902.

M. E. Blystone, Springfield, Ill. Is it advisable to distribute the night forecasts by the rural free delivery? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 191—194. Washington, 1902.

W. T. Blythe, Indianapolis, Ind. Methods of saving time in the distribution of forecasts. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 203—205. Washington, 1902.

N. B. Conger, Detroit, Mich. Forecasts and street cars. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 206—208. Washington, 1902.

L. M. Pindell, Chattanooga, Tenn. Weather symbols on rural free-delivery wagons. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 208. Washington, 1902.

C. F. von Herrmann, Raleigh, N. C. Forecasting for rivers or small drainage area, especially those of North Carolina. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 158—167. Washington, 1902.

P. H. Smyth, Cairo, Ill. Importance of river-stage forecasts of the Mississippi and Ohio rivers and tributaries in periods of low water. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 146—151. Washington, 1902.

E. Vidal. Emploi des fusées contre la grêle, résultats obtenus. C. R. 135, 8, 375, 376, 1902.

2N. Kosmische Meteorologie.

Norman Lockyer et **William Lockyer.** Variations solaires et météorologiques à courte période. C. R. 135, 8, 361—364, 1902.

2O. Meteorologische Apparate.

O. L. Fassig, Ph. D., Baltimore, Md. Service for automatically recording beginning and ending of light precipitation. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 213—214. Washington, 1902.

G. R. Oberholzer, Charlotte, N. C. The maximum and minimum thermometers are too fragile. Can not effective protection be devised without impairing sensitiveness? Should not aluminium scales be discarded? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 217—219. Washington, 1902.

T. S. Outram, Minneapolis, Minn. Is exposure at Weather Bureau Stations satisfactory for all instruments? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 216. Washington, 1902.

A. B. Wollaber, Portland, Oreg. Should not thermographs be furnished to voluntary observers, the records to be kept at section centers? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 219, 220. Washington, 1902.

2P. Klimatologie.

Eduard Brückner. Zur Frage der 35jährigen Klimaschwankungen. Peterm. Mitth. 48, 8, 173—178, 1902.

J. Warren Smith, Columbus, Ohio. Phenological data. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 196—198. Washington, 1902.

Charles E. Linney, Chicago, Ill. Climate and Vegetation. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 98—104. Washington, 1902.

G. A. Loveland, Lincoln, Nebr. Should the monthly reports of the climate and crop sections contain only original matter? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 187. Washington, 1902.

C. F. von Herrmann, Raleigh, N. C. Climatological studies with reference to the crops of the several sections. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 198—200. Washington, 1902.

R. G. Allen, Ithaca, N. Y. How many climate and crop correspondents are required to meat fully the needs of the Bureau in its climate and crop service? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 195, 196. Washington, 1902.

S. W. Glenn, Huron, S. Dak. Should the remarks of climate and crop correspondents be published in the weekly bulletins? Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 188—191. Washington, 1902.

W. M. Wilson, Milwaukee, Wis. Climate and man: with special regard to climate and climatic elements as curative or causative agencies of disease. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 104—107. Washington, 1902.

R. H. Dean, La Crosse, Wis. Influence of climate on animal life. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 107—110. Washington, 1902.

J. M. Cline, New Orleans, formerly of Galveston, Tex. Synopsis of course of lectures in medical climatology to the senior class Medical Department University of Texas. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 110. Washington, 1902.

E. C. Easton, Baltimore, Md. Climate and thought. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 111—115. Washington, 1902.

O. L. Fassig, Ph. D., Baltimore, Md. Maryland climatological studies. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 200—202. Washington, 1902.

A. J. Mitchell, Jacksonville, Fla. Climatology of Florida with regard to crops. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 208—211. Washington, 1902.

J. P. Thomson. The Climate and Artesian Waters of Australia (Queensland G. J.) 1902, Nr. 3, 32 p. 8°. Peterm. Mitth. 48, 8, 145, 1902.

Das Klima von Bonneville. Met. ZS. 19, 7, 326, 1902.

8. Geophysik.

8 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

8 B. Theorien der Erdbildung.

8 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Helmert. Ueber die Reduction der auf der physischen Erdoberfläche beobachteten Schwerebeschleunigungen auf ein gemeinsames Niveau. Berlin. Sitzber. 1902. 843—855.

A. Marcuse. Ergebnisse der Polhöhenbestimmungen in Berlin, ausgeführt in den Jahren 1889—1891 am Universal-Transit der königl. Sternwarte. Berlin, 1902.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

Tempest Anderson and **John S. Flett.** Preliminary Report on the Recent Eruption of the Soufrière in St. Vincent and of a Visit to Mont Pelée in Martinique. Proc. Roy. Society 70, 465, 423—449, 1902.

Alfred Bergeat. Ein Rückblick auf die vulcanischen Ereignisse in Westindien. Globus 82, 8, 125—131, 1902.

Tempest Anderson and **J. S. Flett.** Royal Society Report on the West Indian Eruption. Proc. R. Soc. 70, 423—445. Ref.: Nature 66, 1712, 402, 1902.

S. E. Bishop. The Lava-Lake of Kilauea. Nature 66, 1714, 441—442. 1902.

8 F. Erdbeben.

F. C. Constable. Earth Surface Vibrations. Nature 66, 1714, 440, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Norman Lockyer. La relation entre les protubérances solaires et le magnétisme terrestre. C. R. 135, 8, 364—365, 1902.

B. Brunhes et **H. David.** Anomalies magnétiques sur le Puy-de-Dôme. L'Éclair. élect. 32, 35, 323—325, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

G. H. Darwin. A New Theory of the Tides of Terrestrial Oceans. Nature **66**, 1714, 444—445, 1902.

J. Richard. Sur une nouvelle bouteille destinée à recueillir d'eau de mer à des profondeurs quelconques. C. R. (Juin 1902). **4**, 3 pg. avec figure.

Sea Temperature-Variations on the British Coasts. Nature **66**, 1714, 452—453, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Alfred J. Henry. Wind Velocity and Fluctuations of Water Level on Lake Erie. 4°. 22 pp. 1 K., 12 Taf. Washington, Weather Bur. 1902. Peterm. Mitth. **48**, 8, 149, 1902.

Häpke. Warmwasserseen und heisse Salzteiche. Peterm. Mitth. **48**, 8, 189—191, 1902.

Michele Cantone Luigi de Marchi e Carlo Somigliana. La Temperatura nel Lago di Como preventiva. Rend. Ist. Lombardo (2) **34**, 645—656. Milano, 1901.

Weston M. Fulton, Knoxville, Tenn. The introduction of automatically recording river gages. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 220—222. Washington, 1902.

W. W. Carliste, Minneapolis, Minn. River gages in the upper Mississippi valley. Proc. II. Convent. Weath. B. Officials, Milwaukee, 1901, 222—224. Washington, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Vaughan Cornish. Snow-Waves and Snow-Drifts. Ref.: Nature **66**, 1714, 453—455, 1902.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **15. October 1902.** **Nr. 19.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 19 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 18. September bis 2. October 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

C. Henderson and **John F. Woodhull.** Elements of Physics. X u. 388 S. 1902.

H. Lorenz. Lehrbuch der technischen Physik. 1. München, R. Oldenbourg, 1902.

Arthur A. Noyes. The general principles of physical science. An introduction to the study of the general principles of chemistry. VIII u. 172 S. New York, Henry Holt and Company, 1902.

K. Prytz. Hovedtraekkene af de vigtigste Fysiske Maalemetoder. 2 Theile. 224 S. Kobenhavn, Jul. Gjellerups Forlag, 1901/02.

Seligmann. Cours élémentaire de physique, destiné aux élèves des athénées royaux et collèges ainsi qu'aux étudiants des facultés des sciences naturelles, etc. 2. Chaleur-optique. 2. éd. 272 S. Gand, 1902.

John F. Woodhull and **M. B. van Arsdale.** Physical Experiments. IV u. 112 S. London, Hirschfeld Bros., Ltd., 1902.

Trauerkundgebung für Professor Dr. Ignaz Klemenčič in der Sitzung des medicin.-naturw. Ver. Innsbruck am 29. October 1901. Nachruf von Paul Czermak. S.-A. Ber. d. naturw.-medicin. Ver. in Innsbruck 27, 18 S., 1901/02.

U. Behn. Zur Geschichte der Gasverflüssigung. Jahresber. d. Phys. Ver. Frankfurt a. M. 1900/01, 73—84, 1902.

James Dewar. Inaugural Address Belfast meeting of the British Ass. Nature 66, 462—477, 1902. Chem. News 86, 127—132, 1902.

Hans Keferstein. Bemerkungen Kant's über die einfachen Maschinen. ZS. f. Unterr. 15, 273—274, 1902.

1b. Maass und Messen.

The Metric System of Weights and Measures (Schluss). Journ. Frankl. Inst. **154**, 107—119, 1902.

Vittorio Baggi. Sul modo di eliminare l' errore dovuto alla disuguaglianza dei diametri dei collari nei livelli a cannocchiale mobile. Atti di Torino **37**, 375—382, 1902.

Hans Rosenberg. Zusammenstellung und Vervollständigung der Rechnungsformeln für die Bestimmung der periodischen Fehler von Mikrometerschrauben. ZS. f. Instrkde. **22**, 269—275, 1902.

E. G. Brown, Empirical Formulae. Trans. New Zealand Inst. **34**, 1902. [Electrician **49**, 872, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

Ant. Bukovsky. Ein Apparat zur Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten. ZS. f. Unterr. **15**, 283—284, 1902.

K. Bödige. Ein Zeigervolumenometer. ZS. f. Unterr. **15**, 287—288, 1902.

Julius Antusch. Ein verbessertes Schraubenmodell nach H. Hartel. ZS. f. Unterr. **15**, 318, 1902.

E. Maey. Zwei Apparate zur Erläuterung des Begriffs der Bewegungsenergie. ZS. f. Unterr. **15**, 268—273, 1902.

R. Neumann. Torricellis Versuch in der Volksschule. Period. Bl. f. Realienunterr. **7**, 210, 1902. [ZS. f. Unterr. **15**, 291, 1902.

H. Rebenstorff. Apparat zur Längsdehnung eines Gummischlauches durch Wasserdruck. ZS. f. Unterr. **15**, 286—287, 1902.

H. Rebenstorff. Versuche mit akustischen Flammen. ZS. f. Unterr. **15**, 280—283, 1902.

H. Rebenstorff. Ueber Tonlöschröhren für die singende Flamme. ZS. f. Unterr. **15**, 274—280, 1902.

Looser. Neue Versuche mit dem Doppel-Thermoskop. 3. Folge. ZS. f. Unterr. **15**, 257—268, 1902.

O. Behrendsen. Apparat zur Demonstration der Abkühlung eines Gases durch Expansion, sowie der Erwärmung durch Compression. ZS. f. Unterr. **15**, 284, 1902.

Fred. J. Hillig. Versuch über das Aufsteigen erwärmter feuchter Luft. ZS. f. Unterr. **15**, 288, 1902.

J. J. Taudin Chabot. Elektricität und Gravitation. Ein mechanisches Modell. Der Mechaniker **10**, 205—207, 1902.

K. Zepf. Die Hauptwirkungen des elektrischen Stromes, vorgeführt mit Hülfe des Universalapparates Zepf. 4. Aufl. 48 S. Freiberg i. B., Selbstverlag, 1902.

E. Grimsehl. Eine Stabelektrisirmaschine. ZS. f. Unterr. **15**, 284—286, 1902.

Julius Fischer. Ein Schulelektroskop. Period. Bl. f. Realienunterr. **7**, 112, 1902. [ZS. f. Unterr. **15**, 291—293, 1902.

Leopold Kann. Ein einfaches Demonstrations-Hitzdrahtinstrument. ZS. f. Unterr. **15**, 286, 1902.

O. Behrendsen. Tellerförmige Messbrücke von E. Ruhstrat in Göttingen. ZS. f. Unterr. **15**, 307—318, 1902.

E. Grimsehl. Elektrochemischer Grundversuch. Natur u. Schule **1**, 370, 1902. [ZS. f. Unterr. **15**, 293, 1902.

Richard Heilbrun. Zur Demonstration des Polreagenzpapieres. ZS. f. Unterr. **15**, 288, 1902.

W. Kohlrausch. Einfache Demonstration der Phasenverschiebung im Wechselstromkreise. Elektrot. ZS. **28**, 827—828, 1902.

2. Dichte.

3. Physikalische Chemie.

Alexander Smith und **Willis B. Holmes.** Ueber den amorphen Schwefel. Chem. Ber. **35**, 2992—2994, 1902.

G. Charpy and **L. Grenet.** Equilibrium of Iron-Carbon Systems. Journ. Frankl. Inst. 154, 91—99, 1902.

Harry Morse. Ueber die Dissociation der Mercurihaloide. ZS. f. phys. Chem. 41, 709—734, 1902.

Rud. Wegscheider. Ueber die stufenweise Dissociation zweibasischer Säuren. Monatsh. f. Chem. 23, 599—668, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 837—838.

Harold B. Dixon. On the Movements of the Flame in the Explosion of Gases. Proc. Roy. Soc. London 70, 471—483, 1902.

Arthur A. Blanchard. Ueber die Zersetzung des Ammoniumnitrits. ZS. f. phys. Chem. 41, 681—708, 1902.

Paul Rohland. Ueber die Ursache der katalytischen Wirkung der Wasserstoffionen der Säuren auf hydrolytische Reactionen. ZS. f. phys. Chem. 41, 739—740, 1902.

3a. Krystallographie.

W. Bruhns. Elemente der Krystallographie. VI u. 211 S. Wien, F. Deuticke, 1902.

W. E. Ringer. Mischkrystalle von Schwefel und Selen. ZS. f. anorg. Chem. 32, 183—218, 1902.

W. Voigt. Beiträge zur Aufklärung der Eigenschaften pleochroitischer Krystalle. Ann. d. Phys. (4) 9, 367—416, 1902.

William Campbell. Upon the Structure of Metals and Binary Alloys (Forts.) Journ. Frankl. Inst. 154, 131—142, 1902.

4. Mechanik.

J. Duncan. Applied Mechanics for Beginners. 336 S. London, Macmillan, 1902.

Le Comte de Sparre. Sur le mouvement du pendule conique dans le gaz des petites oscillations. S.-A. 15 S. Ann. Soc. scient. de Bruxelles 26 [2], 1902.

5. Hydromechanik.

6. Aeromechanik.

Elia Ovazza. Contributo alla teoria delle molle pneumatiche. Atti di Torino 37, 281—291, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

J. H. Michell. The Inversion of Plane Stress. Proc. London Math. Soc. 34, 134—142, 1902.

J. H. Michell. The Flexure of a Circular Plate. Proc. London Math. Soc. 34, 223—238, 1902.

L. N. G. Filon. On an Approximate Solution for the Bending of a Beam of Rectangular Cross-section under any System of Load, with Special Reference to Points of Concentrated or Discontinuous Loading. Proc. Roy. Soc. London 70, 491—496, 1902.

Adolf Francke. Einiges über die Genauigkeit der Anwendung der Biegungsgleichung $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = \pm m$. ZS. Bauw. Berlin 52, 307—312, 1902.

Considère. Étude expérimentale de la résistance à la compression du béton fretté. C. R. 135, 415—419, 1902.

7b. Capillarität.

N. A. Hesehus. Die gemeinsame Dimensionalität des elektrischen Potentials und der Oberflächenspannung. Phys. ZS. 3, 561—565, 1902.

W. Gallenkamp. Eine neue Bestimmung von Capillaritätsconstanten mit Adhäsionsplatten. Ann. d. Phys. (4) 9, 475—494, 1902.
F. von Lerch. Oberflächenspannung und Doppelschichte an der Grenzfläche zweier Lösungsmittel. Ann. d. Phys. (4) 9, 434—441, 1902.
Joh. Mathieu. Ueber die Capillarität der Lösungen. Ann. d. Phys. (4) 9, 340—366, 1902.

7c. Lösungen.

Joh. Mathieu. Ueber die Capillarität der Lösungen. Ann. d. Phys. (4) 9, 340—366, 1902.
C. A. Lobry de Bruyn. Unlösliche anorganische Körper in colloidaler Lösung. Chem. Ber. 35, 3079—3082, 1902.
O. Sackur. Das elektrische Leitvermögen und die innere Reibung von Lösungen des Caseïns. ZS. f. phys. Chem. 41, 672—680, 1902.

7d. Diffusion.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

E. W. Scripture. Researches in experimental phonetics. Second Series. Studies Yale Psychol. Lab. 10, 49—80, 1902.
Ernst Ruhmer. Neuere Versuche mit Lichttelephonie. Elektrot. ZS. 23, 859—862, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

F. F. Martens. Sur la dispersion des rayons ultraviolets et lumineux dans la fluorine, la sylvine, le sel gemme, le quartz, la calcite et le diamant. Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 105—118, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

Franz Exner und **E. Haschek.** Wellenlängentabellen für spectralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funkenspectren der Elemente. I. Theil. IV u. 83 S. II. Theil. II u. 269 S. Leipzig u. Wien, Franz Deuticke, 1902.
F. Giesel. Ueber Radiumbromid und sein Flammenspectrum. Phys. ZS. 3, 578—579, 1902.
Albert Hofmann. Ein Hülfsmittel zur Spectroskopie. Phot. Centralbl. 7, 319—322, 1902.

13. Photometrie.

Anton Kauer. Milchglasphotometer. Phot. Centralbl. 7, 65—74, 1902.
A. Cotton. Sur la photométrie chimique et photographique. Assoc. Franç. pour L'Avanc. des Sc. 1902. [L'Éclair. électr. 32, 394—399, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

J. J. Thomson. On Radio-Activity. Electrician 49, 870—872, 1902.
A. Sella. Ricerche di radio-attività indotta. Cim. (5) 4, 131—139, 1902.
E. Rutherford and **Frederick Soddy.** The radio-activity of thorium compounds. Chem. News 86, 132—135, 1902.

O. Behrendsen. Ueber die radioactive, im Uranpecherz vorkommende „flüchtige Substanz“. Phys. ZS. **3**, 572—573, 1902.
J. Elster und **H. Geitel.** Ueber die Radioactivität der im Erdboden enthaltenen Luft. Phys. ZS. **3**, 574—577, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

A. Winkelmann. Ueber eine von E. Abbe vorgeschlagene Anordnung des Fresnel'schen Doppelprismas und über die objective Darstellung von Interferenzstreifen. ZS. f. Instrkde. **22**, 275—279, 1902.

15b. Drehung und Polarisationsebene.

Carl Kullgren. Studien über die Inversion. Bih. Svensk. Vet. Akad. Handlinger **27** [2], Nr. 2, 41 S., 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

G. Ciamician e **P. Silber.** Azioni chimiche della luce. Lincei Rend. (5) **11** [2], 145—151, 1902.

17. Physiologische Optik.

18. Optische Apparate.

Hans Lehmann. Ueber einen neuen Universal-Spectralapparat. ZS. f. Instrkde **22**, 261—269, 1902.
B. Wanach. Eine Bemerkung über schwach vergrössernde Fernrohre. D. Mech.-Ztg. 1902, 165—166.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

A. Batschinski. Bemerkung über das Gesetz der geraden Mittellinie. ZS. f. phys Chem. **41**, 741—743, 1902.
G. Tammann. Das Zustandsdiagramm des Phenols. Ann. d. Phys. (4) **9**, 249—270, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

A. Einstein. Kinetische Theorie des Wärmegleichgewichtes und des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. Ann. d. Phys. (4) **9**, 417—433, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

Rich. Stetefeld. Die drei Kältemaschinen-Systeme: Ammoniak, schweflige Säure und Kohlensäure, zeigen für normale Kühlwassertemperaturen (+ 10° am Condensatoreintritt und + 18° bis + 20° am Condensatoraustritt) hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit keine Abweichungen zu Gunsten des einen oder anderen Systems, welche eine Systemfrage rechtfertigen. S.-A. ZS. f. d. ges. Kälte-Ind. 1902, 9 S.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

Morris W. Travers, George Senter and **Adrien Jacquerod.** On the Measurement of Temperature. Part I: On the Pressure Coefficients of Hydrogen and Helium at Constant Volume and at different Initial Pres-

sures. Part II: On the Vapour Pressures of Liquid Oxygen at Temperatures below its Boiling Point on the Constant Volume Hydrogen and Helium Scales. Part III: On the Vapour Pressures of Liquid Hydrogen at Temperatures below its Boiling Point on the Constant Volume Hydrogen and Helium Scales. Proc. Roy. Soc. London 70, 484—491, 1902.

Rinaldo Ferrini. Sulla misura calorimetrica delle temperature elevate. Rend. Lomb. (2) 35, 703—705, 1902.

Ch. Féry. Les lois nouvelles du rayonnement et leur application à la mesure des hautes températures. Ass. Franç. pour L'Avanc. des sc. 1902. [L'Éclair. électr. 32, 391—392, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

O. Boudouard. Les alliages de cadmium et de magnésium. Bull. soc. chim. (3) 27, 854—858, 1902.

K. T. Fischer u. H. Alt. Siedepunkt, Gefrierpunkt und Dampfspannung des reinen Stickstoffs bei niedrigen Drucken. Münch. Ber. 1902, 113—151.

K. T. Fischer u. H. Alt. Erstarrungs- und Schmelzdruck des Stickstoffs. Münch. Ber. 1902, 209—215.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

C. Barus. On the Velocity and the Structure of the Nucleus. Sill. Journ. (4) 14, 225—233, 1902.

C. Linde. Sauerstoffgewinnung mittels fractionirter Verdampfung flüssiger Luft. ZS. d. Ver. D. Ing. 46, 1173—1176, 1902.

23. Calorimetrie.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

F. Richarz. Ueber Brechung der Wärmestromlinien und ihre Demonstration. Nat. Rdsch. 17, 478—480, 1902.

Walther Schwarze. Bestimmung der Wärmeleitungsfähigkeit von Argon nach der Methode von Schleiermacher. Diss. Halle a. S. 30 S. 1902.

24b. Wärmestrahlung.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Emilio Villari. Lezioni di fisica sperimentale. Magnetismo ed elettricità. Parte II. (Galvanismo ed elettro-magnetismo.) IX u. 264 S. Napoli, 1902.

Wilhelm Brüsch. Grundriss der Elektrotechnik für technische Lehranstalten. XI u. 168 S. Leipzig, Verlag von B. G. Teubner, 1902.

N. A. Hesehus. Die gemeinsame Dimensionalität des elektrischen Potentials und der Oberflächenspannung. Phys. ZS. 3, 561—565, 1902.

Giorgi. Système rationnel d'unités électromagnétiques. L'Elettricista 11, 2, 39, 1902. [L'Éclair. électr. 32, 431—435, 1902.

Emilio Almansi. Sopra un Problema di Elettrostatica. Cim. (5) 4, 81—94, 1902.

Anton Lampa. Elektrostatik einer Kugel, welche von einer concentrischen, aus einem isotropen Dielektricum bestehenden Kugelschale umgeben ist. Wien. Ber. 111 [2a], 593—614, 1902.

K. R. Johnson. Elektriska Svängningar af Mycket hög Frekvens. Bih. Svensk. Vet.-Akad. Förhandlingar 27 [1], Nr. 3, 30 S., 1902.
A. Turpain. Sur les propiétés des enceintes fermées, relatives aux ondes électriques. C. R. 135, 435—437, 1902.
Kurt Kiessling. Bestimmung von Brechungsexponenten durch Interferenz elektrischer Wellen an Drähten. Diss. Greifswald. 44 S. 1902.
A. Slaby. Bemerkung zu einem Aufsatze des Herrn Braun „Ueber die Erregung stehender elektrischer Drahtwellen durch Condensatoren". Ann. d. Phys. (4) 9, 495, 1902.
Fernandez-Gimenez. La Télégraphie sans fil. Étude théorique. Bull. Ass. des Ing. électr. Montefiore (3) 2, 161—178, 1902.
E. R. v. Schweidler. Einige Versuche über Leitung und Rückstandsbildung in Dielektricis. Wien. Ber. 111 [2a], 579—592, 1902.
P. Duhem. Actions exercées par des courants alternatifs sur une masse conductrice ou diélectrique. Ass. Franç. pour L'Avanc. des sc. 1902. [L'Éclair. électr. 32, 383, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

Chunder Bose. On electromotive wave accompanying mechanical disturbance in metals in contact with electrolyse. Electrician 49, 795—797, 1902.

27. Elektrostatik.

Emilio Almansi. Sopra un problema di elettrostatica. Cim. (5) 4, 81—94, 1902.
Anton Lampa. Elektrostatik einer Kugel, welche von einer concentrischen, aus einem isotropen Dielektricum bestehenden Kugelschale umgeben ist. Wien. Ber. 111 [2a], 593—614, 1902.
E. Grimsehl. Ein empfindliches Aluminiumblatt-Elektrometer. Phys. ZS. 3, 569—572, 1902.
S. Lemström. Om vätskors förhållande i kapillar-rör under inflytande af en elektrisk luftström. Bih. Svensk. Vet.-Akad. Handlingar 27 [1], Nr. 2, 25 S., 1902.
G. C. de Rossi ed **A. Sella.** Sul comportamento elettrico delle fiamme in un campo elettrostatico alternato. Cim. (5) 4, 94—130, 1902.

28. Batterieentladung.

E. Jona. Distanze esplosive nell' aria, negli olii ed altri liquidi isolanti. S.-A. 32 S. Atti Ass. elettrot. ital. 6, 1902.
Ernst Lecher. Beeinflussung des elektrischen Funkens durch Elektrisirung. Ann. d. Phys. (4) 9, 442—451, 1902.
Mathias Cantor. Ueber den Einfluss von Becquerelstrahlen und elektrostatischen Feldern auf die Funkenentladung. Ann. d. Phys. (4) 9, 452—457, 1902.

29. Galvanische Ketten.

Carhart. Ueber eine neue Concentrationskette. Transact. Amer. Electrochemical Soc. 1, 105, 1902. [Centralbl. f. Accum.-, Elem.- u. Accumobilenkde. 3, 256—257, 1902.
H. C. Bijl. Die Natur der Cadmiumamalgame und ihr elektromotorisches Verhalten. ZS. f. phys. Chem. 41, 641—671, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

H. Diesselhorst. Ueber ballistische Galvanometer mit beweglicher Spule. Ann. d. Phys. (4) 9, 458—467, 1902.
G. Dietze. Ein neues Messgeräth und seine Verwendung. Elektrot. ZS. 23, 843—847, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

Alessandro Artom. Ricerche sulle proprietà elettriche del diamante. Atti di Torino 37, 475—485, 1902.

Ernest Wilson. The electrical conductivity of certain aluminium alloys as affected by exposure to London atmosphere. Electrician **49**, 868—869, 1902.

32. Elektrochemie.

P. Gerdes. Einführung in die Elektrochemie. Halle a. S., W. Knapp, 1902.

H. Blücher. Elektrochemie. Miniatur-Bibliothek Nr. 377—380, 172 S. Leipzig, A. O. Paul, 1902.

A. Brand. Ueber die elektromotorische Kraft des Ozons. Ann. d. Phys. (4) **9**, 468—474, 1902.

Absalon Larsen. Ueber den elektrolytischen Angriff elektrischer Ströme auf Eisenröhren in Erde und die dabei auftretende Polarisation. Elektrot. ZS. **23**, 841—843, 1902.

Absalon Larsen. Ueber periodische Stromwendung als Mittel zur Verringerung elektrolytischer Zerstörungen durch vagabundirende Ströme. Elektrot. ZS. **23**, 868—870, 1902.

G. Bodländer. Zur Elektrolyse geschmolzener Salze. ZS. f. anorg. Chem. **32**, 235—238, 1902.

Richard Lorenz. Zur Elektrolyse geschmolzener Salze. Entgegnung an Herrn G. Bodländer. ZS. f. anorg. Chem. **32**, 239—246, 1902.

Le Blanc u. J. Brode. Die Elektrolyse von geschmolzenem Aetznatron und Aetzkali. ZS. f. Elektrochem. **8**, 717—729, 1902.

M. Le Blanc. Die Darstellung des Chroms und seiner Verbindungen mit Hülfe des elektrischen Stromes. Halle a. S., W. Knapp, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

J. Borgmann. Das Leuchten eines verdünnten Gases in einer Röhre rings um zwei der Röhrenaxe parallel gezogene und an einen Inductorpol angeschlossene Drähte. Phys. ZS. **3**, 565—569, 1902.

L. Austin und H. Starke. Ueber die Reflexion der Kathodenstrahlen und eine damit verbundene neue Erscheinung secundärer Emission. Ann. d. Phys. (4) **9**, 271—292, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

L. Benoist. Lois de transparence de la matière pour les rayons X. Ass. Franç. pour L'Avanc. des sc. 1902. [L'Éclair. électr. **32**, 390—391, 1902.

H. Boas. Apparat zur orthogonal-parallelprojectivischen Aufnahme von Röntgenbildern. D. Mech.-Ztg. 1902, 163—165.

36. Magnetismus.

Carl Benedicks. Sur les Facteurs Démagnétisants des Cylindres. Bih. Svensk. Vet.-Akad. Förhandlingar **27** [1], Nr. 4, 14 S., 1902.

C. Benedicks. Untersuchungen über den Polabstand magnetischer Cylinder. Bih. Svensk. Vet.-Akad. Förhandlingar **27** [1], Nr. 5, 23 S., 1902.

K. Honda u. S. Shimizu. Wiedemann'scher Effect bei ferromagnetischen Substanzen. Phys. ZS. **3**, 577—578, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

38. Elektrodynamik. Induction.

P. Drude. Zur Construction von Teslatransformatoren. Schwingungsdauer und Selbstinduction von Drahtspulen. Ann. d. Phys. (4) **9**, 293—339, 1902.

39. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Köhler. Die Wunder des Kosmos. Die Physik der Erde und des Himmels populär dargestellt. Mit 206 Abbildgn, 7 Taf. u. Karten in Farbendr. 8, 528. gr. 8°. Dietz Nachf.

Sir David Gill's new theory of stellar movement. The Observatory, September 1902. Ref.: Nature **66**, 1716, 515, 1902.

O. Beau. Die Berechnung der Sonnen- und Mondfinsternisse. 29 S. 1 Taf. (Sorau N. L., Emil Zeidler.) Ref.: Berberich, Nat. Rdsch. **17**, 38, 488, 1902.

O. Lohse. Funkenspectra einiger Metalle. Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam Nr. 41. gr. 4⁰. Leipzig, W. Engelmann (106 m. Abbildgn.), 1902.

Köhler. Weltschöpfung — Weltuntergang. Die Entwickelung von Himmel und Erde, auf Grund der Naturwissenschaften populär dargestellt. Dritte Neubearbeitung. 8. Aufl. Mit 84 Abbildgn. u. 4 Farbentaf. 8, 438. gr. 8°. Stuttgart, J. H. W. Dietz Nachf., 1902.

W. Meyer. Der Untergang der Erde und die kosmischen Katastrophen. Betrachtungen über die zukünftigen Schicksale unserer Erdenwelt. 2. Aufl. 8, 389 S. gr. 8°. Berlin, Allgemeiner Verein f. deutsche Litteratur, 1902.

1 B. Planeten und Monde.

Loewy u. **P. Puiseux.** Ueber den Bau und die Geschichte der Mondrinde. Beobachtungen auf Grund des fünften und sechsten Heftes des von der Pariser Sternwarte publicirten photographischen Mondatlas. C. R. **135**, 73—78, 1902. Nat. Rdsch. Ref. **17**, 37, 465—466, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

A. Berberich. Die veränderlichen Nebel beim neuen Stern im Perseus. Nat. Rdsch. **17**, 38, 477—478 u. 39, 493—496, 1902.

1 D. Die Sonne.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Henry A. Ward. On Bacubirito, the Great Meteorite of Sinaloa, Mexico. Science **15**, 401, 395—398, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

G. Hellmann. Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus. Nr. 14. 4°. Berlin, Asher u. Co. Meteorologische Optik 1000—1836. Theodoricus Teutonicus, R. Descartes, J. Newton, G. B. Airy, A. de Ultra, P. Bouguer, J. Hevel,

T. Lowitz, J. Fraunhofer, G. Monge, W. Scoresby, Alhazen, J. de Mairan. Mit einer Einleitung. (Veröffentlicht mit Unterstützung der deutschen meteorologischen Gesellschaft.) 14, 107, mit Figuren und 5 Taf., 1902.

L. Delory. Essai de météorologie. In 8° oblong, 93 p. Béthune, David, 1901.

Zehnter Jahresbericht des Sonnblick-Vereins für das Jahr 1901. Wien, 1902. Selbstverlag des Vereins. Ref. Nat. Rdsch. **17**, 37, 175, 1902.

Friedrich Klengel. Meteorologisches vom Mai 1902 in Leipzig. Wetter **19**, 8, 169—173, 1902.

R. Assmann. Betrachtungen über die abnorme Witterung des diesjährigen Sommers. Wetter **19**, 8, 173—184, 1902.

P. Schreiber. Bericht über die Thätigkeit im meteorologischen Institut für das Jahr 1898. Dem königl. Ministerium des Innern erstattet. (80 S. u. 4 Taf. 1902) Jahrb. d. königl. sächs. met. Inst. f. 1898, **16**, 3. 4°. Chemnitz, M. Bülz.

Travaux du Réseau Météorologique de l'Est de la Russie, publiés par l'Observatoire Météorologique de l'Université Imperiale à Kazan. Tables des observations, faites par les stations du réseau en 1898: Partie 1ere, 1—177, 1898; 1899: Partie 1ere, 1—79, 1899; 1900: Partie 1ere, 1—75, 1900.

K. J. Kotelow. Comptes rendus météorologiques pour l'année 1899. Travaux du Réseau Météorologique de l'Est de la Russie, publiés par l'Observatoire Météorologique Imperiale à Kazan. Année 1898: Partie 3me, 1—33, 1898.

K. J. Kotelow. Travaux du Réseau Météorologique de l'Est de la Russie, publiés par l'Observatoire Météorologique de l'Université Impériale à Kazan. Année 1899: Partie 2me. Comptes rendus météorologiques pour l'année 1899, 1—46.

Bulletin de l'Observatoire Météorologique Kazan Université. Janvier 1901.

H. Duchaussoy. Observations météorologiques de Victor et Camille Chandon, de Montdidier. In. 8°. 597 p. et grav. Amiens, 1902.

Die Witterung an der deutschen Küste im Juli 1902. Ann. d. Hydr. **30**, 9, 463—466, 1902.

O. Burchard. Meteorologische Beobachtungen auf einer Winterreise nach den Canarischen Inseln. Ann. d. Hydr. **30**, 9, 437, 448, 1902.

W. Meinardus. Uebersicht über die Witterung in Centraleuropa im Juni 1902. Wetter **19**, 8, 184—185, 1902.

R. Assmann. Drachenaufstieg während eines Gewitters. Wetter **19**, 8, 186 —187, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

H. Maurer. Ableitung der normalen Morgen- und Nachmittagstemperatur der deutschen Stationen für die Wetterberichte der deutschen Seewarte. Ann. d. Hydr. **30**, 9, 421, 427, 1902.

2 D. Luftdruck.

2 E. Winde und Stürme.

T. P. Funder. Tropiske Cyklonstorme med nogle indlebende Bemaerkninger om Atmosfaeren, Termometret og Barometret. Til Brug ved Undervisningen til den olmindelige Styrmandseksamen. Udgiven med Marineministeriets Understottelse. 32 Sider i 8. Grad.

2 F. Wasserdampf.

2 G. Niederschläge.

J. Hann. Die Schwankungen der Niederschlagsmengen in grösseren Zeiträumen. (Sitzber. Wien. Akad. d. Wissensch. **111**, Abth. 2a, 67—187, 1902.) Ref.: Schwalbe, Nat. Rdsch. **17**, 38, 486—487, 1902.

Stade. Gefrorener Regen. Wetter **19**, 8, 189—190, 1902.

Schnee im August. Wetter **19**, 8, 190, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

Gottgetreu. Gewitter. Wetter **19**, 8, 189, 1902.

Julius Assmann sen. Ein Blitzschlag. Wetter **19**, 8, 190, 1902.

C. Davies Sherborn. Effect of Lightning Flash. Nature **66**, 1716, 492, 1902.

L. Schwarz. St. Elmsfeuer auf der Schneekoppe. Wetter **19**, 8, 187—188, 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

Ungewöhnliche Abendröthe. Ann. d. Hydr. **30**, 9, 458, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

H. Maurer. Rasche Reise der Viermastbark Pitlochry, Kapt. N. Nissen, von Hamburg nach Taltal, Februar bis April 1902. Ann. d. Hydr. **30**, 9, 427—429, 1902.

2 L. Dynamische Meteorologie.

2 M. Praktische Meteorologie.

Pfarrer **Schips.** Wetterdienst der Härtsfeldeisenbahn. Wetter **19**, 8, 190—191, 1902.

Börnstein. Wetterdienst. Wetter **19**, 8, 191—192, 1902.

Les canons grêlifuges (étude théorique et pratique) par un agriculteur-mécanicien. In-8°. 122 p. avec fig. Lons-le Saunier, 1902.

2 N. Kosmische Meteorologie.

2 O. Meteorologische Apparate.

2 P. Klimatologie.

C. Contejean. Le Climat de Montbéliard. In-8°. 25 p. Montbéliard, 1902.

V. Kremser. Die klimatischen Verhältnisse des Weser- und Emsgebietes. Mit Tabellen S.-A. aus dem Weser- u. Emswerk. Berlin, Dietrich Reimer, 1901. Ref. Nat. Rdsch. **17**, 37, 474, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

David Gill. Geodetic Survey of South Africa. Vol. 2. Report on a Rediscussion of Bailey's and Fourcade's Surveys and their Reduction to the System of the Geodetic Survey. (Cape Town, 1901.) XX u. 257.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

A. Lacroise, Rollet de l'Isle et **Giraud.** Sur l'éruption de la Martinique. C. R. **135**, 9, 377—391, 1902.

Antonio Stoppani. Che cosa e un vulcano? Milano, 1902. In 16, p. 98.

8 F. Erdbeben.

H. Credner. Das sächsische Schüttergebiet des sudetischen Erdbebens vom 10. Januar 1901. (Bericht üb. d. Verhandl. d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig **58**, 83—103, 1901.) Ref.: Klautsch, Nat. Rdsch. **17**, 38, 487, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Birkeland. Internationale magnetische Arbeiten. Globus **82**, 12, 195, 1902.
W. Uljanin. Observations faites à l'observatoire magnétique de l'université impériale de Kazan. Années 1894, 95, 96 et 97, 1—67. Kazan, 1900.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

G. Schott. Oceanographische Beobachtungen während einer Reise nach den westindischen Gewässern. Ann. d. Hydr. **30**, 9, 429—436, 1902.
Flaschenposten. Ann. d. Hydr. **30**, 9, 455, 457, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

C. Lüdecke. Die Boden- und Wasserverhältnisse des Odenwaldes und seiner Umgebung. 184 S. m. 2 Taf., 1901. Abhandl. d. grossherzogl. hessischen geolog. Landesanst. zu Darmstadt **4**, 1. Lex. 8⁰. Darmstadt, A. Bergsträsser.
M. Knudsen u. S. P. L. Sorensen u. Forch. Berichte über die Constantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen. Vidensk. Selsk. Skrifter, 6 Raekke naturvidensk. og mathem. Adf. **12**, 1, 152 in 4 Host.
J. Spöttle. Ueber schätzungsweise Bestimmung der Gesammtlänge der fliessenden Gewässer des Königreichs Bayern. Jahrb. d. Hydrotech. Bur. f. Königreich Bayern, 1901.
T. N. Johnston u. J. Parsons. Seiches in schottischen Seen. Globus **82**, 12, 196, 1902.
Fantoli. Die Gesammtoberfläche der dem Comosee tributären Gletscher. Il Politecnico, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Grundlawinenstudien. Jahrb. d. Schweizer Alpenclubs **35**, Jahrg. 37.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **30. October 1902.** **Nr. 20.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 20 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 3. bis 15. October 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

P. Johannesson. Physikalische Grundbegriffe. 55 S. Berlin, J. Springer, 1902.

B. Karsten und **Johann Kleiber.** Lehrbuch der Physik. Zum besonderen Gebrauche für Technische Lehranstalten sowie zum Selbststudium. VIII u. 352 S. München und Berlin, Verlag von R. Oldenbourg, 1902.

A. Minet et **A. Trolin.** Notions élementaires de sciences physiques et naturelles, à l'usage des élèves des trois cours des écoles primaires. 141 S. Paris, Delagrave, 1902.

W. Stekloff. Sur les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique (Forts.). Ann. sc. de l'écol. norm. sup. (3) 19, 201—259, 1902.

Poggendorf's biographisch-litterarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften. 4. (die Jahre 1883 bis zur Gegenwart umfassend), herausgegeben von A. J. von Oettingen. Lief. 2 bis 3. S. 81—216. Leipzig, J. A. Barth, 1902.

The Scientific Writings of the late George Francis Fitz Gerald. Collected and Edited with a Historical Introduction by Joseph Larmor. Dublin, Hodges, Figgis & Co.; London, Longmans, Green & Co., 1902.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. 12, 25, 50, LXXIII, 89, 58, 64 u. 100 S. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

International catalogue of scientific literature. First annual issue. Published for the international council by the Royal Society of London. D. Chemistry. Part I. XIV u. 468 S. London, Harrison and Sons, 1902.

1b. Maass und Messen.

J. René Benoît. Détermination du rapport du Yard au Mètre. Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mes. **12**, 25 S. 1902.

J. René Benoît et Ch. Éd. Guillaume. Mètres à bouts. Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mes. **12**, 50 u. LXXIII S. 1902.

Rudolf F. Pozděna. Ueber einen Apparat zur Empfindlichkeitsbestimmung des Chronographen. Elektrot. ZS. **23**, 905—907, 1902.

Comptes rendus des première, deuxième et troisième Conférences générales des Poids et Mesures, réunies à Paris en 1889, 1895 et 1901. Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mes. **12**, 58, 64 u. 100 S. 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

2. Dichte.

3. Physikalische Chemie.

O. Johnstone Stoney. On the Law of Atomic Weights. A forecast. Phil. Mag. (6) **4**, 504—505, 1902.

Paul Saurel. On the triple point. Journ. phys. chem. **6**, 399—409, 1902.

Paul Saurel. On a theorem of Tammann. Journ. phys. chem. **6**, 410—416, 1902.

F. A. H. Schreinemakers. Tension de vapeur de mélanges ternaires. Arch. Néerl. (2) **7**, 99—265, 1902.

Launcelot W. Andrews. On a Method for the Determination of Very Small Vapor-Tensions in Certain Circumstances. Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 864—865, 1902.

J. R. Roebuck. The rate of the reaction between arsenious acid and iodine in acid solution; the rate of the reverse reaction; and the equilibrium between them. Journ. phys. chem. **6**, 365—398, 1902.

Meyer Wilderman. On the Velocity of Reaction before Complete Equilibrium and the Point of Transition are reached etc. Part III. Phil. Mag. (6) **4**, 468—489, 1902.

3a. Krystallographie.

C. Viola. Beziehung zwischen Cohäsion, Capillarität und Wachsthum der Krystalle. ZS. f. Kryst. **36**, 558—592, 1902.

4. Mechanik.

L. de la Rive. La transmission de l'énergie cinétique dans l'intérieur d'un corps solide quand il se meut librement sans forces extérieurs. Proc. Verb. Soc. Vaud. 4. Juni 1902. [Bull. Soc. Vaud. (4) **38**, LIII—LIV, 1902.

5. Hydromechanik.

P. Duhem. Recherches sur L'Hydronomique. Deuxiéme Partie: Sur la Propagation des Ondes. Ann. de Toulouse (2) **4**, 101—169, 1902.

W. Stekloff. Mémoire sur le mouvement d'un corps solide dans un liquide indéfini. Ann. de Toulouse (2) **4**, 171—219, 1902.

P. Duhem. Ueber die Stabilität des relativen Gleichgewichtes einer rotirenden Flüssigkeitsmasse. Journ. d. math. (5) **7**, 331—350, 1901.

A. Fliegner. Der Druck in der Mündungsebene beim Ausströmen elastischer Flüssigkeiten. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **47**, 21—42, 1902.

6. Aeromechanik.

S. P. Langley. Experiments in Aerodynamics. 2. ed. 115 S. Smithsonian Contr. to Knowledge 801; Washington, Smithsonian Inst. 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

T. J. I'A. Bromwich. Note on the Wave Surface of a Dynamical Medium. Aeolotropie in all respects. Proc. Math. Soc. London 34, 307—321, 1902.

T. Boggio. Sul l'equilibrio delle membrane elastiche piane. Atti di Veneto (8) 4, 1902.

C. J. Kriemler. Labile und stabile Gleichgewichtsfiguren vollkommen elastischer, auf Biegung beanspruchter Stäbe mit besonderer Berücksichtigung der Knickvorgänge. 56 S.

Pierre Vandeuren. Étude complète de la variation de tension du fil téléphonique. L'Eclair. électr. 33, 14—32, 1902.

Axel Wahlberg. Der Einfluss des Glühens und Abschreckens auf die Zugfestigkeit von Eisen und Stahl. Zusammengestellt nach Untersuchungen von J. A. Brinell. Stahl und Eisen 22, 881—886, 1902.

K. Honda, S. Shimizu and S. Kusakabe. Change of the Modulus of Elasticity of Ferromagnetic Substances by Magnetization. Phil. Mag. (6) 4, 459—468, 1902.

7b. Capillarität.

Ph. A. Guye et F. Louis Perrot. Sur la formation des gouttes liquides et les lois de Tate. C. R. 135, 458—461, 1902.

Leo Grunmach. Neue experimentelle Bestimmungen der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten durch Messung der Wellenlänge der auf ihnen erzeugten Capillarwellen. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. 4, 279—291, 1902.

7c. Lösungen.

7d. Diffusion.

7e. Absorption und Adsorption.

W. Müller-Erzbach. Ueber das Wesen und über Unterschiede der Adsorption. Wien. Ber. 111 [2a], 684—696, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

A. Guillemin. Classement des accords binaires. Consonances et dissonances spécifiques. C. R. 135, 396—399, 1902.

9. Physiologische Akustik.

Max Wien. Ueber die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Höhe. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. 4, 297—306, 1902.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

J. Boussinesq. Extension du Principe de Fermat, sur l'économie du temps, au mouvement relatif de la lumière dans un corps transparent hétérogène animé d'une translation rapide. C. R. 135, 465—470, 1902.

Reginald A. Fessenden. Velocity of Light in an Electrostatic Field. Science (N. S.) 16, 474, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

R. Straubel. Ueber einen allgemeinen Satz der geometrischen Optik und einige Anwendungen. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. 4, 328—334, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

R. W. Wood. On the Electrical Resonance of Metal Particles for Light-Waves. Second Communication. Phil. Mag. (6) **4**, 425—429, 1902.

R. Straubel. Zusammenhang zwischen Absorption und Auflösungsvermögen. Verh. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 323—327, 1902.

13. Photometrie.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

J. Butler-Burke. On luminosity and the kinetic theory. Abstract of a Paper read before Section A of the British Association at Belfast. [Electrician **49**, 910—911, 1902.

L. Francesconi e G. Bargellini. Sopra alcuni alogeno e nitroderivativi dell' anidride naftalica. Influenza dei sostituenti sulla fluorescenza. Gazz. chim. ital. **32**, 73—76, 1902.

Henri Dufour. Sur l'action de substances radioactives et sur les transformations que subissent ces radiations. Proc. Verb. Soc. Vaud. 21. Mai 1902. [Bull. Soc. Vaud. (4) **38**, LI—LII, 1902.

E. Rutherford and Frederick Soddy. The radio-activity of thorium compounds. Chem. News **86**, 169—170, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

15b. Drehung und Polarisationsebene.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

Heinr. Greinacher. Einführung in die Theorie der Doppelbrechung. Elementargeometrisch dargestellt. Eine Ergänzung zu den physikalischen Lehrbüchern. 64 S. Leipzig, Veit u. Co., 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Hermann von Schrötter. Demonstration eines Apparates zur Bestimmung der chemischen Lichtintensität. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 296, 1902.

Karl Schaum. Ueber den photographischen Negativprocess. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 292—293, 1902.

R. Reiss. L'influence de sels de métaux sur l'image latente de la plaque photographique. Proc. Verb. Soc. Vaud. 2. Juli 1902. [Bull. Soc. Vaud. (4) **38**, LXII—LXIII, 1902.

17. Physiologische Optik.

H. Ebbinghaus und **W. A. Nagel.** Grundzüge einer Farbentheorie. ZS. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorg. S.-A. 19 S.

18. Optische Apparate.

B. Bourdon. Un pseudoscope à lentilles. Bull. soc. scient. et méd. de l'ouest (Rennes) **11**, 33—39, 1902.

H. Krüss. Stereoskope für grosse Bilder. Centralztg. f. Opt. u. Mech. **23**, 169—171, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

E. S. A. Robson. Practical Exercises in Heat: being a Laboratory Course for Schools of Science and College. 200 S. London, Macmillan, 1902.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

O. Tumlirz. Eine Ergänzung der van der Waals'schen Theorie des Cohäsionsdruckes. Wien. Ber. 111 [2a], 524—552, 1902.

Thom. Andrews. Ueber die Continuität der gasförmigen und flüssigen Zustände der Materie und über den gasförmigen Zustand der Materie. On the continuity of the gaseous and liquid states of matter. Phil. Trans. 159, 575—589, 1869 and on the gaseous state of matter 166, 421—449, 1876, herausgegeben von Arth. v. Oettingen und Kenji Tsuruta. Ostw. Class. Nr. 132, 82 S. Leipzig, W. Engelmann, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

19d. Technische Anwendungen.

R. H. Thurston. „Latent heat" and the vapor-engine cycle. Science (N. S.) 15, 394—395, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

P. Chappuis et **J. A. Harker.** Comparaison du thermomètre à résistance de platine avec le thermomètre à gaz et détermination du point d'ébullition du souffre. Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mes. 12, 89 S., 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

P. Chappuis et **J. A. Harker.** Comparaison du thermomètre à résistance de platine avec le thermomètre à gaz et détermination du point d'ébullition du souffre. Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mes. 12, 89 S., 1902.

W. Meyerhoffer. Schmelzpunkte und Ausscheidungsfolge von Mineralien. ZS. f. Kryst. 36, 593—597, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

23. Calorimetrie.

Hugh L. Callendar. Continuous electrical calorimetry. Phil. Trans. (A) 199, 55—148, 1902.

Howard Turner Barnes. On the capacity for heat of water between the freezing and boiling-points together with a determination of the mechanical equivalent of heat in terms of the international electrical units. Experiments by the continuous-flow method of calorimetry, performed in the Macdonald physical laboratory of McGill University Montreal. Phil. Trans. (A) 199, 149—263, 1902.

Goutal. Sur le pouvoir calorifique de la houille. C. R. 135, 477—479, 1902.

Walter Rosenhain. On an Improved Form of Coal-Calorimeter. Phil. Mag. (6) 4, 451—458, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

24b. Wärmestrahlung.

Gust. Jaeger. Das infrarothe Wärmespectrum. Schriften d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. in Wien 42, Nr. 4, 18 S., 1902.

Ant. Lampa. Ueber Strahlung. Schriften d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. in Wien 42, Nr. 7, 34 S., 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Mich. Faraday. Experimentaluntersuchungen über Elektricität. (Aus den Phil. Trans. 1838). Herausgeg. von A. J. v. Oettingen. XIV. u. XV. Reihe. 48 S. Ostw. Class. Nr. 131. Leipzig, W. Engelmann, 1902.

T. Levi-Civitâ. Sur le champ électromagnétique engendré par la translation uniforme d'une charge électrique parallèlement à un plan conducteur indéfini. Ann. de Toulouse (2) **4**, 5—44, 1902.

A. Ketterer. Action de la tension et du rayonnement électriques sur la résistance électrique du cohéreur. Proc. Verb. Soc. Vaud. 7. Mai 1902. [Bull. Soc. Vaud. (4) **38**, XLIII—XLIV, 1902.

R. W. Wood. On the Electrical Resonance of Metal Particles for Light-Waves. Second Communication. Phil. Mag. (6) **4**, 425—429, 1902.

E. Lecher. Schirmwirkung der Gase gegen elektrische Schwingungen. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 307—320, 1902.

E. Drago. Ricerche sul comportamento del coherer nel campo magnetico. Atti dell' Acc. Gioenia di Scienze Nat. in Catania (4), **14**, S.-A., 9 S.

E. Drago. Sul comportamento dei coherer a PbO_2 ed a CuS rispetto alle onde acustiche: diminuzione di resistenza dei medesimi sotto l'influenza delle onde elettriche. Atti dell' Acc. Gioenia di Scienze Nat. in Catania (4) **15**, S.-A., 11 S.

Ernest Wilson. Magnetic detectors in space telegraphy. Paper read at Section A of the British Association at Belfast. [Electrician **49**, 917—918, 1902.

E. R. v. Schweidler. Einige Fälle der Energieumwandlung bei der Ladung von Condensatoren. Wien. Ber. **111** [2a], 573—578, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

E. Grimsehl. Ueber den Volta'schen Fundamentalversuch. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 262—275, 1902.

27. Elektrostatik.

F. V. Dwelshauvers-Dery. Eine neue Theorie der Wimshurst'schen Maschine. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 276—277, 1902.

E. R. v. Schweidler. Einige Fälle der Energieumwandlung bei der Ladung von Condensatoren. Wien. Ber. **111** [2a], 573—578, 1902.

Pierre Boley. Sur de nouveaux électromètres capillaires. Bull. soc. scient. et méd. de l'ouest. (Rennes) **11**, 301—305, 1902.

28. Batterieentladung.

Alex. de Hemptinne. Influence de la pression sur la décharge électrique dans les gaz. Bull. de Belg. 1902, 603—611.

E. Warburg. Ueber leuchtenden elektrischen Wind. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 294—295, 1902.

29. Galvanische Ketten.

S. R. Bottone. Galvanic Batteries, their Theory, Construction, and Use, comprising Primary, Single and Double Fluid Cells, Secondary and Gas Batteries. 392 S. London, Whittaker, 1902.

Pierre Boley. Sur les différences de potentiel au contact. C. R. **135**, 454—455, 1902.

80. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

Eugen Klupáthy. Zur Theorie des Wehneltunterbrechers. Ung. Akad. d. Wiss. [3. Cl.]. Sitzung vom 26. Mai 1902. [Elektrot. ZS. **23**, 892—893, 1902.

81. Elektrische Maasse und Messungen.

Edmond van Aubel. Sur la résistance électrique des corps peu conducteurs aux très basses températures. C. R. **135**, 456—457, 1902.

W. E. Williams. On the Magnetic Change of Length and Electrical Resistance in Nickel. Phil. Mag. (6) **4**, 430—435, 1902.

G. Carrara e M. Levi. Sui coefficienti di temperatura della conducibilità elettrica delle soluzioni in acqua e solventi organici. Influenza della soprafusione e del massimo di densità. Gazz. chim. Ital. **32** [2], 36—53, 1902. Atti di Veneto (8) **4**, 1902.

82. Elektrochemie.

W. Borchers, E. Bose, H. Danneel u. s. w. Handbuch der Elektrochemie. Halle, W. Knapp.

H. Danneel. Specielle Elektrochemie. 1. Lfg. Halle, W. Knapp.

D. L. Chapman and **F. Austin Lidbury.** The Decomposition of Water Vapour by the Electric Spark. Journ. chem. soc. **81**, 1301—1310, 1902.

Joseph W. Richards. Elektrolytische Secundärreaction. Elektrochem. ZS. **9**, 144—149, 1902.

K. Elbs und **J. Forssell.** Ueber das Verhalten des Bleies als Anode in Natriumhydroxydlösungen und die Elektrolyse bleioxydhaltiger Natriumhydroxydlösungen. ZS. f. Elektrochem. **8**, 760—773, 1902.

R. Wegscheider. Ueber die stufenweise Dissociation zweibasischer Säuren. Monatsh. f. Chem. **23**, 599—668, 1902.

Walther Löb. Ueber den Einfluss des Kathodenmaterials bei der elektrolytischen Reduction aromatischer Nitrokörper. ZS. f. Elektrochem. **8**, 778—779, 1902.

Wilhelm Borchers und **Lorenz Stockem.** Die elektrolytische Abscheidung reinen Strontiums. ZS. f. Elektrochem. **8**, 759, 1902.

G. H. Burrows. Experiments on the electrolytic reduction of potassium chlorate. Journ. phys. chem. **6**, 417—426, 1902.

Anatole Leduc. Électrolyse de mélanges de sels. C. R. **135**, 395—396, 1902.

Wilhelm Borchers und **Lorenz Stockem.** Verfahren zur Gewinnung metallischen Calciums. ZS. f. Elektrochem. **8**, 757—758, 1902.

83. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

85. Elektrisches Leuchten.

Clarence A. Skinner. On Conditions controlling the Drop of Potential at the Electrodes in Vacuum-tube Discharge. Phil. Mag. (6) **4**, 490—504, 1902.

Jules Semenow. A propos de la Note de M. Th. Tommasina, Sur le mode de formation des rayons cathodiques et des rayons de Röntgen. C. R. **135**, 457—458, 1902.

Eugen Klupáthy. Kathodstrahlen in nicht homogenem und magnetischem Rotationsraum. Sitz. der 3. Cl. der Ung. Akad. d. Wiss. vom 19. Juni 1899. Math. u. naturw. Ber. a. Ungarn **17**, 341—342, 1899 (1901).

85a. Röntgenstrahlen.

Friedrich Dessauer. Ueber einen Versuch, die Durchdringungsfähigkeit der X-Strahlen unabhängig vom Vacuum zu reguliren. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. 4, 321—322, 1902.

86. Magnetismus.

W. E. Williams. On the Magnetic Change of Length and Electrical Resistance in Nickel. Phil. Mag. (6) 4, 430—435, 1902.

K. Honda, S. Shimizu and **S. Kusakabe.** Change of the Modulus of Elasticity of Ferromagnetic Substances by Magnetization. Phil. Mag. (6) 4, 459—468, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

88. Elektrodynamik. Induction.

F. V. Dwelshauvers-Dery. Ueber einen Fall von Induction. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Verh. D. Phys. Ges. 4, 278, 1902.

J. J. Taudin Chabot. Rotating Earth-Inductor without Sliding-Contacts. Phil. Mag. (6) 4, 506—507, 1902.

89. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

M. B. Hasselberg. Ueber eine persönliche Gleichung bei der Messung spectroskopischer Aufnahmen. Mem. Spettrosc. Ital. **31**, 5 S., S.-A., 1902. Astrophys. Journ. **15**, 208—217, 1902.

Ch. Nordmann. Ueber das Vorkommen Hertz'scher Wellen in der astronomischen Physik. Rev. gén. d. sc. **13**, 379—388, 1902.

P. de Heen. La périodicité de l'activité solaire, la production de Novae et l'état fragmentaire des uranolithes, interprétés par l'iodynamisme. Extrait, de la Revue Ciel et Terre **23**, N. du 1 Juin 1902, 1—4.

S. P. Langley. Annals of the Astrophysical observatory of the Smithsonian Institution. Volume 1. Month. Weath. Rev. **30**, 5, 258—260, 1902.

1 B. Planeten und Monde.

H. Andoyer. Théorie de La Lune. Scientia **17**, 86 S. Paris, C. Naud, 1902.

H. Andoyer. Sur l'accélération séculaire de la longitude moyenne de la lune. C. R. **135**, 10, 432—434, 1902.

H. J. Klein. Lowell's neue Untersuchungen über die klimatischen Verhältnisse auf dem Planeten Mars. Gaea **38**, 326—330.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

H. Deslandres. Anwendung der Hypothese von den Kathodenstrahlen auf die Sternnebel. C. R. **134**, 1486—1489, 1902.

Solon J. Bailey. A Discussion of variable stars in the Cluster ω Centauri. Ann. Harvard College **38**, Cambridge, Mass. 1—252, 1902.

1 D. Die Sonne.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Th. Brédikhine. Sur le rôle de Jupiter dans la formation des radiants composés. Bull. de Pét. **16**, 3, 69—95, 1902.

A remarkable Meteor at Earlsfield, Surrey, on September 29. Nature **66**, 1718, 557, 1902.

E. Cohen. Das Meteoreisen von Surprise Springs, Bagdad, San Bernardino Co., S. Californien. Mitthlgn. d. nat.-wiss. Ver. f. Neuvorpomm. u. Rügen **33**, 1900.

E. Cohen. Zusammenfassung der bei der Untersuchung der körnigen bis dichten Meteoreisen erhaltenen Resultate. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1900, 1122—1135.

1 G. Zodiakallicht.

Arthur K. Bartlett. The Zodiacal Light. Popular Science News, New York, **36**, 102—103.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

J. Hann. Zur Meteorologie des Aequators. Nach den Beobachtungen am Museum Goeldi in Pará. Wien, 1902.

J. Schubert. Der Wärmeaustausch im festen Erdboden, in Gewässern und in der Atmosphäre. Met. ZS. 19, 8, 382—383, 1902.

W. H. Dines. The Element of Chance applied to various Meteorological Problems. Quart. Journ. Roy. Met. Soc. 28, 53—68.

J. Maurer. Meteorologische Station St. Gotthard-Hospiz. Met. ZS. 19, 8, 370—371, 1902.

Einstellung der meteorol. Beobachtungen auf dem Ben Nevis. Met. ZS. 19, 8, 367, 1902.

Meteorological conditions following the St. Vincent and Martinique eruptions. Month. Weath. Rev. 30, 5, 267—268, 1902.

J. Murray. Memorandum on the meteorological conditions prevailing in the Indian Monsoon Region before the advance of the South-West Monsoon of 1902, with an estimate of the probable distribution on the Monsoon rainfall in 1902. Simla, 1902. Fol. 27 S.

T. F. Claxton. Täglicher Gang der meteorologischen Elemente am Observatorium auf Mauritius. Met. ZS. 19, 8, 367, 1902.

Guatemala. Observaciones meteorologicas correspondientes al año 1901. Observ. met. practicadas en varios lugares de la Republica. Guatemala, 1902. 8⁰. 55 S.

Observaciones magneticas y méteorológicas hechas en el Observatorio del Colegio de Belen de la Compania de Jesus en la Habanna. Anno de 1901. Habanna, 1902. Fol.

Observations made at the Royal Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. Published by S. Figee Vol. 23, 1900. Batavia, 1902. Fol. 11, 245.

A. L. Rotch. Observations and Investigations made at the Blue Hill Met. Obs. Mass. U. S. A. in the years 1899 and 1900. Cambridge, 1902. Annals of the Astr. Obs. of Harvard College 43, II, 39—109.

Meteorol. Beobachtungen im Glen Nevis. Met. ZS. 19, 8, 375—376, 1902.

Resultate der meteorol. Beobachtungen auf dem Ben Nevis im Jahre 1900. Met. ZS. 19, 8, 374, 1902.

Observations météorologiques faites à l'observatoire de Genève pendant le mois de Juillet 1902. Arch. sc. phys. et nat. 107, 8, 204—208, 1902.

A. de Mercader y A. Llorens. Observatorio Belloch. Hojas Meteorologicas. Llinás (Barcelona)-España, 1901.

E. Pini. Osservazioni Meteorologiche eseguite nell' anno 1901, col Riassunto composto sulle medesime. R. Osserv. Astron. di Brera in Milano 1—57, 1901.

F. Gonnessiat. Meteorologische Beobachtungen zu Quito. Met. ZS. 19, 8, 378—381, 1902.

E. Mawley. Report on the Phenological Observations for 1901. Quart. Journ. Roy. Met. Soc. 28, 69—94.

H. J. Klein. Der Einfluss des Windes auf die Vegetation der ostfriesischen Inseln. Gaea 38, 377—378.

A. de Quervain. Note sur les ballons sondes lancés en Russie. Bull. de Pét. 15, 4, 395—398, 1901.

W. Kousnetsow. Ascension sur l'aérostat „Général Zabotkine" le 8 novembre 1900 (la 10. asc. internationale). (Avec 1 pl.) Bull. de Pét. 15, 2, 217—224, 1901.

H. J. Klein. Die Hauptergebnisse der gleichzeitigen Ballonfahrten am 8. November 1900. Gaea 38, 336—340.

Hergesell. Vorläufiger Bericht über die internationale Ballonfahrt vom 6. März 1902. Met. ZS. 19, 8, 366—367, 1902.

W. H. Dines. A new Kite for Meteorological purposes. Symons Met. Mag. 37, 51—53.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

John Stevenson. The Chemical and Geological History of the Atmosphere. The Composition and Extent of the Atmosphere in very Primitive Times. Phil. Mag. 4, 22, 435—451, 1902.

H. F. Keller. The Gases of the Atmosphere. Journ. of Franklin Inst. Philadelphia 153, 419—430.

A. Cittadella. Ancora sulla pioggia detta (pioggia di sangue) de 10 Marzo 1901. Bol. Mens. Soc. Met. Ital. Torino (2) 21, 53—55.

M. W. Campbell-Hepworth. Atmospheric Dust. Quart. Journ. Roy. Met. Soc. 28, 68.

H. J. Klein. Der grosse Staubfall vom 9. bis 12. März 1901 in Nordafrika, Süd- und Mitteleuropa. Gaea 38, 330—336.

R. De C. Ward. The Dustfall of March 9 — 12, 1901. (Note on monograph by Hellmann and Meinardus.) Bull. Amer. Geogr. Soc. 34, 141—142.

R. T. Omond. Dustfalls and their Origin. Sc. Amer. Supple. New York 53, 22111.

Dunkelheit während des Tages in London. Met. ZS. 19, 8, 391, 1902.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

J. Maurer. Der Mai 1902. Met. ZS. 19, 8, 371, 1902.

A. Lancaster. Les refroidissements périodiques de mai. Ciel et Terre 22, 111—119.

W. N. Shaw. La Lune mange les Nuages. A Note on the Thermal Relations of Floating Clouds. Quart. Journ. Roy. Met. Soc. 28, 95—100.

A. E. Sweetland. A Discussion of the temperature during fifty years at Milton Mass. Ann. of the Astr. Obs. of Harvard College 43, 2, 39—109.

2D. Luftdruck.

Täglicher Gang des Luftdrucks und der Temperatur zu Rosario, Argentinien. Met. ZS. 19, 8, 367—368, 1902.

2E. Winde und Stürme.

T. H. Davis. The winds and rainfall of New Haven. The frequency of wind direction as observed at the local Weather Bureau office since its installation in 1873. Month. Weath. Rev. 30, 5, 261—264, 1902.

S. C. Emery. A Mississippi Tornado. Month. Weath. Rev. 30, 5, 265, 1902.

2F. Wasserdampf.

Wilh. Trabert. Bildung und Constitution der Wolken. Illustr. Aeron. Mitth. Strassburg Nr. 2, 70—72, 1902.

P. de Heen. Ueber die Höhen der verschiedenen Wolkenformen. Geogr. ZS. 8, 289.

2G. Niederschläge.

C. T. R. Wilson. On Radio-active Rain. Proc. Cambridge Phil. Soc. 11, 6, 428—430, 1902.

F. W. Very. La variation séculaire de la pluie. Ciel et Terre 22, 133.

Charles Rabot. Les variations sur les précipitations atmosphérique. La Nature 30, 370—371.

Raoul Blanchard. La pluviosité de la plaine du nord de la France. Ann. d. Géogr. Paris 11, 203—220.

A. Lancaster. Les précipitations météorologiques sur les pentes des montagnes (Review of article by E. Pockels). Ciel et Terre 22, 93—97.

S. J. Johnson. The Rainfall of Madeira. Symon's Met. Mag. **37**, 37—38.
Dust storm and mud shower. Month. Weath. Rev. **30**, 5, 269, 1902.
J. W. Moore. A Mud Shower. Science, New York, N. S. **15**, 714.
J. Fènyi. Einige Ergebnisse des Pluviographen in Kalocsa (ungarisches Tiefland). Met. ZS. **19**, 8, 390, 1902.
S. de Perrot. Résumé des observations hydrométriques faites dans le canton de Neuchâtel en 1901. Arch. sc. phys. et nat. **107**, 8, 173—183, 1902.
Ameisenregen. Met. ZS. **19**, 8, 377—378, 1902.
Rainfall and Charts of Rainfall. Month. Weath. Rev. **30**, 4, 205—206, 1902.
S. J. Johnson. On the use of our Rainfall Tables. Symon's Met. Mag. **37**, 49—50.
J. M. Pernter. Hagel ohne elektrische Entladungen. Met. ZS. **19**, 8, 377, 1902.
J. R. Plumandon. La durée des chutes de grêle. La Nature, Paris, **30**, 406—408. Ref.: Met. ZS. **19**, 8, 376, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

J. Elster und **H. Geitel.** Beschreibung des Verfahrens zur Gewinnung vorübergehend radioactiver Stoffe aus der atmosphärischen Luft. Physik. ZS. **3**, 305—310, 1902.
J. J. Thomson. Experiments on Induced-Radioactivity in Air, and on the Electrical Conductivity produced in Gases when they pass through Water. Phil. Mag. (6) **4**, 21, 352—367, 1902.
W. Schiptschinski. Einige Bemerkungen zu der Arbeit von W. Loevy: Ueber die Elektricitätszerstreuung innerhalb der Luft. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 47—48, 1902.
W. Loevy. Ueber die Elektricitätszerstreuung innerhalb der Luft. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **33**, 91—111, 1901.
W. Caspari. Beobachtungen über Elektricitätszerstreuung in verschiedenen Bergeshöhen. Phys. ZS. **3**, 521—525, 1902.
H. Ebert. Ueber die geophysikalische Bedeutung des Nachweises freier elektrischer Ionen in der Erdatmosphäre. Beitr. z. Geophys. **5**, 3, 361—388, 1902.
Victor Conrad. Ueber die entladende Wirkung verschiedener Elektroden. Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität VIII. Wien. Sitzber. **111**, 3. u. 4., 333—344, 1902.
S. Jégoroff. L'électricité atmosphérique par un temps clair et calm d'après les observations faites à l'observatoire magnétique et météorologique Constantin à Pawlowsk. (Avec 1 pl.) Bull de Pét. **14**, 4, 463—468, 1901.
E. Ebert. Luftelektrische Beobachtungen. Met. ZS. **19**, 8, 385—386, 1902.
R. Klimpert. Entstehung und Entladung der Gewitter, sowie ihre Zerstreuung durch den Blitzkamm. Bremerhaven, L. v. Vangerow.
Gewitter und Hagel im Departement de l'Hérault 1875—1899. Met. ZS. **19**, 8, 374, 1902.
Onweders. Optische Verschijnselen en. in Nederland naar vrijwillige waaremingen in 1901. Deel **22**. Amsterdam, 1902. 8°. 109 S. 5 Taf.
J. Fènyi. Ueber den Gewitterregistrator in einer neuen sehr einfachen Form. Met. ZS. **19**, 8, 371—372, 1902.
Hans Benndorf. Ueber ein mechanisch registrierendes Elektrometer für luftelektrische Messungen. Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität X. Wien. Sitzber. **111**, 3. u. 4., 487—512, 1902.
St. Ignatii College Observatory, Cleveland. Seventh annual report 1901/02. 8°. 27 S. Enthält eine Beschreibung des Odenbach'schen Ceraunographen oder Gewittermelders.

2 I. Meteorologische Optik.

Jules Baillaud. Sur la variations de la réfraction atmosphérique. (Note on article by G. Saija.) Journ. d. Phys. (4) **1**, 319.

Jules Baillaud. Sur les variations diurnes de la réfraction atmosphérique. (Note on article by Vittorio C. Boccara.) Journ. d. Phys. (4) 1, 319—320.

Dauer der Dämmerung in den Tropen. Met. ZS. 19, 8, 386, 1902.

A. E. Sweetland. A Study of the visibility of distant objects during the lustrum 1896—1900. Ann. of the Astr. Obs. of Harvard College 43, II, 39—109.

W. v. Zehender. Ueber optische Täuschung mit besonderer Berücksichtigung der Täuschung über die Form des Himmelsgewölbes und über die Grössenverhältnisse der Gestirne. Leipzig, 1902. 8⁰. 3 Bl. 121 S.

Lyman J. Briggs. The formation of dewbows. Science 15, 403, 474—475, 1902.

A. Sprung. Photographische Aufnahmen des Sonnenring-Phänomens vom 13. März 1902 zu Potsdam. Met. ZS. 19, 8, 345—348, 1902.

Arthur K. Bartlett. The Sun Pillar of March 6. Symon's Met. Mag. 37, 33—34.

S. J. Johnson. Conspicuous Sun Pillar. Symon's Met. Mag. 37, 34.

A. A. Nijland. Der grüne Strahl der untergehenden Sonne. Met. ZS. 19, 336, 1902.

J. J. Toudin Chabit. Die Theorie des grünen Strahls. Met. ZS. 19, 337—338, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

A. Schmidt. Labile Gleichgewichtszustände in der Atmosphäre. Beitr. z. Geophys. 5, 3, 389—400, 1902.

L. Lawrence Rotch. The Circulation of the Atmosphere in the Tropical and Equatorial regions. Month. Weath. Rev. 30, 4, 181—183, 1902.

Frank H. Bigelow. Studies on the Statics and Kinematics of the Atmosphere in the United States. Month. Weath. Rev. 30, 4, 163—171, 1902.

Frank H. Bigelow. Studies of the Statics and Kinematics of the Atmosphere in the United States. Relations between the General Circulation and the Cyclones and Anticyclones. Month. Weath. Rev. 30, 5, 250—258, 1902.

2 M. Praktische Meteorologie.

Victor Ducla. Expériences sur la prévision du temps. Pau, 1901. 8⁰. 6 Tafeln.

John S. Townsend. Probable Weather of the Last Week in June. Symon's Met. Mag. 37, 65—68.

G. Suschnig. Neue Experimente mit Wirbelringen. Wien. Anz. 1902, 195—196.

2 N. Kosmische Meteorologie.

Fr. H. Bigelow. Eclipse Meteorology and Allied Problems. U. S. Departement of Agriculture. Weather Bureau Bull. 1. gr. 4⁰. 166 S. (Washington, Government Printing Office, 1902.)

R. De C. Ward. Temperature Rainfall and Sunspots in Jamaica. (Note on article by Maxwell Hall.) Science, New York, N. S. 15, 756—757.

C. M. Richter. Sonnenflecken, Erdmagnetismus und Luftdruck. Met. ZS. 19, 8, 386—389, 1902.

Sir **Norman Lockyer** and **William J. S. Lockyer.** On some Phenomena which suggest a Short Period of Solar and Meteorological Changes. Proc. roy. soc. 70, 466, 500—504, 1902.

B. Mac Dowall. Mond und Wetter. Met. ZS. 19, 8, 369—370, 1902.

2 O. Meteorologische Apparate.

V. Chiptchinsky. Abri tournant pour le thermographe de Richard, étude préalable. (Avec 1 planche.) Bull. de Pét. 15, 4, 441—450, 1901.

E. B. H. Wade. A new Hygrometric method. Proc. phys. soc. London 8, 2, 137—143, 1902.

2 P. Klimatologie.

R. De C. Ward. Climate of Western Australia (Note on publication from Perth Observatory). Science, New York, N. S. 15, 757.

Materyaty. Klimatografii. Galicyi, Rok, 1901. Kroków, 1902. 8°. 215 S.

August Goeldi. Zum Klima von Pará. Auf Grund der Beobachtungen an der meteorologischen Station des Staats-Museums in Pará. Met. ZS. 19, 8, 348—366, 1902.

E. Ramann. Das Vorkommen klimatischer Bodenzonen in Spanien. ZS. Ges. f. Erdk. Berlin Nr. 2, 165—169, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

J. Vallery. Physique du globe. Paris, A. Challamel, 1902. 8°. 136 S. 4 Taf.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Th. Albrecht. Resultate des internationalen Breitendienstes in der Zeit von 1899, 9, bis 1902, 0. Astron. Nachr. 159, 245—257, 1902.

Th. Tschernyschew. Sur la marche des travaux de l'expédition pour la mesure d'un arc du méridien au Spitzberg en 1899—1900. Bull. de Pét. 15, 3, 255—280, 1901.

A. V. Bäcklund. Ett Bidrag till Teorien för Polens Rörelse. Bihang. k. Svenska Vet. Akad. Handlingar 27, Afd. 1. 1. med 2 Tafler. 1—38, 1901. Stokholm.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

Michael Kossatsch. Ueber eine Lücke in den Theorien der Wärme- und der Temperaturänderungen im Boden. Met. ZS. 19, 8, 372—373, 1902.

W. J. Sollas. On the rate of increase of underground temperature. Geol. Mag. 8, 502, 1901. Ref.: A. Dannenberg, Peterm. Mitth. 48, 9, 166, 1902.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

Robt. T. Hill. The opportunity for further study of volcanic phenomena. Science 15, 403, 470, 1902.

R. H. Curtis. The West Indien Volcanic Eruptions and Atmospheric Phenomena. Symon's Met. Mag. 37, 68—70.

Karl Sapper. Die südlichsten Vulcane Mittelamerikas. ZS. d. deutsch. Geol. Ges. 53, 24, 1901. Ref.: A. Dannenberg, Peterm. Mitth. 48, 9, 153, 1902.

Noises attending the eruption of Mount Pelée. Month. Weath. Rev. 30, 5 269, 1902.

A. Lacroix, Rollet de l'Isle et Giraud. Sur l'éruption de la Martinique. C. R. 135, 10, 419—431, 1902.

A. Lacroix. Sur les roches rejetées par l'éruption actuelle de la Montagne Pelée. C. R. 135, 11, 451—454, 1902.

Edmund Otis Hovey. Mr. Borchgrevink on the eruption of Mt. Pelée. Science 15, 403, 471—472, 1902.

3 F. Erdbeben.

W. Schlüter. Schwingungsart und Weg der Erdbebenwellen. Beitr. z. Geophys. 5, 3, 401—466, 1902.

André Poëy. Rapport entre les éruptions volcaniques, les tremblements de terre etc. et les taches solaires. C. R. 135, 11, 463, 1902.

Charles Davison. The Carlisle Earthquakes of July the 9th and 11th 1901. Phil. Mag. 4, 22, 516, 1902.

Charles Davison. The Inverness Earthquake of September 18[th] 1901 and its Accessory Shoks. Phil. Mag. 4, 22, 516, 1902.

Karl Sapper. Das Erdbeben in Guatemala vom 18. April 1902. Peterm. Mitth. 48, 9, 193—195, 1902.

E. Svedmark. Meddelanden om jordstötar i Sverige. Geol. Fören. Förhandl. Stockholm 24, 2, 1902, 85—120. 2 T.

F. Montessus de Ballore. Non-existence et inutilité des courbes isosphygmiques, ou d'égale fréquence des tremblements de terre. Beitr. z. Geophys. 5, 3, 467—485, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

A. Nippoldt jr. A Theorem on Fourier Series, and its Application in Geophysics. Terrestr. Magn. Atmosph. Electr. 7, 2, 51—57, 1902.

E. Leyst. Paul Passalsky und sein letztes erdmagnetisches Werk. Terrestr. Magn. Atmosph. Electr. 7, 2, 67—75, 1902.

G. Hellmann. Zur Bibliographie von W. Gilberts „De Magnete". Terrestr. Magn. Atmosph. Electr. 7, 2, 63—67, 1902.

A. Wolfer. Die Sonnenfleckenhäufigkeit des Jahres 1900 und die Vergleichung ihres Verlaufes mit den magnetischen Variationen. Astronomische Mittheilungen, gegründet von Dr. Rudolf Wolf. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 46, 3 u. 4, 207—221, 1901. Zürich, 1902.

Wm. Ellis. Sun-spots and magnetic disturbance. 8°. S.-A. Monthly Notices of the R. Astronomical Soc. 61, 8.

G. Neumayer. Forschungen auf dem Gebiete des Erdmagnetismus innerhalb der Polarregionen und deren Einfluss auf die Theorie. Met. ZS. 19, 8, 381—382, 1902.

J. C. Beattie. The Magnetic Elements at the Cape of Good Hope from 1605 to 1900. Phil. Mag. (6) 3, 512—515.

Veröffentlichungen des Hydrograph. Amtes der k. u. k. Kriegsmarine in Pola. Gruppe 4. Erdmagnetische Reisebeobachtungen 3, 1896—1901. Pola, 1902. Fol. 2 Bl. 52 S.

W. van Bemmelen. Erdmagnetische Pulsationen 1902. 8°. S.-A. Natuurk. Tijdschr. v. Nederl.-Indie. Deel. 62, 71—88, 1 Taf.

E. Mathias. Ueber die normale Vertheilung der magnetischen Declination und Inclination in Frankreich. Met. ZS. 19, 8, 373—374, 1902.

H. Wild. Ueber eine neue Methode zur Bestimmung der Variationen der Inclination. Bull. d. Pét. 13, 5, 509—516, 1900.

van Rijckevorsel. Comparison of the instruments for absolute magnetic measurements at different observatories. Amsterdam 1902. 40, 6 S.

K. Haussmann. Ueber den Einfluss der Spiegelcollimation bei Spitzenaufhängung auf Declinationsmessungen. Terrestr. Magn. Atmosph. Electr. 7, 2, 59—63, 1902.

Stassano. Sur la nature et la constitution du spectre des aurores polaires. Ann. d. Chim. et de Phys. (7) 26.

C. Nordmann. Elektromagnetische Theorie der Nordlichter und der Variationen und Störungen des Erdmagnetismus. C. R. 134, 591—594, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

T. Wayland Vaughan. Evidence of recent elevation of Gulf Coast along the westward extension of Florida. Science 15, 404, 514, 1902.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

Carl Ochsenius. Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther. Berlin 1900. Centrbl. f. Min., Geol. u. Paläontol. 18, 551—562, 1901.

8 L. Küsten und Inseln.

3 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Wind Charts for the Coastal Regions of South America. Prepared in the Meteorological Office, published by the Hydrographic Office London 1902. gr. Fol.

3 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Gaetano Crugnola. Zur Dynamik des Flussbettes. ZS. f. Gewässerk. **4**, 268—304.

P. Vannari. Sur la température de l'eau dans la rivière Léna. Bull. de Pét. **14**, 5, 525—528, 1901.

H. Gravelius. Einrichtung des Hochwassernachrichtendienstes im bayerischen Donaugebiet. ZS. f. Gewässerk. **4**, 257—268.

H. Loseron. Sur la répartition verticale du plancton dans le lac du Zurich, de décembre 1900 à décembre 1901. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich **47**, 1 u. 2, 115—198, 1902.

3 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Andreas Holmsen. Is forholdene ved de norske indsjeer. Christiania. Dybwad, 1902. gr. 8⁰. 3 Bl. 271 S. 12 Taf. (Videnskab. Skrifter 1. Mathem. naturw. Kl. 1901, Nr. 4.

Charles Rabot. Essai de Chronologie des Variations Glaciaires. Arch. sc. phys. et nat. **107**, 8, 133—150, 1902.

M. Hildebrandt. Untersuchungen über die Eiszeiten der Erde, ihre Dauer und ihre Ursachen. 8⁰. 16 u. 128. Berlin, L. A. Kuntze, 1901. Ref.: G. Maas, Peterm. Mitth. **48**, 9, 165, 1902.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel Reine Physik — **Richard Assmann** Kosmische Physik

I. Jahrg. 15. November 1902. Nr. 21.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 21 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 15. October bis 4. November 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

C. Christiansen. Laerebog i Fisik til brug ved Polyteknisk Laereanstalt. 2 udgave. 2, 288 S. Kopenhagen, 1902.

O. D. Chwolson. Lehrbuch der Physik. 1. Einleitung. Mechanik. Einige Messinstrumente und Messmethoden. Die Lehre von den Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern. Uebersetzt von H. Pflaum. XX u. 791 S. Braunschweig, Verlag von Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

G. Jäger. Theoretische Physik. 3. Elektricität und Magnetismus. 2. Aufl. 150 S. Leipzig, 1902.

Koppe-Husmann. Anfangsgründe der Physik mit Einschluss der Chemie und mathematischen Geographie. Ausg. B. in zwei Lehrgängen. Neu herausgegeben und bearbeitet von A. Husmann. 1. Vorbereitender Lehrgang. 6. Aufl. VIII u. 226 S. Essen, Verlag von G. D. Baedeker, 1902.

L. Naud et **C. Grezel.** Cours de sciences physiques (Physique générale; Électricité et Magnetisme) à l'usage des candidats aux examens de l'administration des postes et des télégraphes. Paris, Bureaux du Courrier des examens, 1902.

O. Reyher. Die Grundlehren der Physik. Ein gemeinverständliches Lehr- und Nachschlagebuch für Jedermann. Neu bearbeitet von Oskar Hoffmann. [In: Bilz' grosse illustr. Hausbibl. 3 [2]. VIII u. 328 S. Leipzig, 1902.

R. W. Stewart and **J. Don.** Matriculation Physics; Heat, Light and Sound. 418 S. London, 1902.

E. Villari. Lezioni di Fisica sperimentale. Magnetismo ed Elettricità. 2. Galvanismo ed Elettromagnetismo. IX u. 264 S. Napoli, 1902.
Rich. Herm. Blochmann. Licht und Wärme, gemeinfasslich dargestellt. VII u. 272 S. Leipzig, Verlag von Carl Ernst Poeschel, 1902.
F. Pahl. Die Entwickelung des physikalischen Unterrichts an unseren höheren Schulen. 1. 30 S. Charlottenburg, 1902.
George K. Burgess. Alfred Cornu. Phys. Rev. 15, 239—242, 1902.
Th. Beck. Kaspar Schott (1608—1666). ZS. d. Ver. D. Ing. 46, 1499—1508, 1902.
Berthelot. Sur les Registres de laboratoire de Lavoisier. C. R. 135, 549—557, 1902.
H. Brocard. Les quatorze grands Registres de laboratoire de Lavoisier. Le Registre II signalé perdu et nouvellement retrouvé. C. R. 135, 574—575, 1902.
Eilhard Wiedemann. Beiträge zur Geschichte der Chemie bei den Arabern. Erlang. Ber. 1902, 45—58.
J. S. Shearer. References to papers on low temperature research. Phys. Rev. 15, 243—254, 1902.
Gustav Portig. Das Weltgesetz des kleinsten Kraftaufwandes in den Reichen der Natur. 1. In der Mathematik, Physik und Chemie. XII u. 332 S. Stuttgart, Verlag von Max Kielmann, 1903.

1b. Maass und Messen.

P. Culmann. Michelson's Zurückführung des Meters auf einige Wellenlängen des Cadmiumlichtes. ZS. f. Instrkde. 22, 293—311, 1902.
Pierre Weiss. Sur un nouveau cercle à calculs. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 7*—8*.
W. H. Keesom. Reduction of observation equations containing more than one measured quantity. Proc. Amsterdam 5, 236—240, 1902.
Karl Pearson. On the Mathematical Theory of Errors of Judgment, with Special Reference to the Personal Equation. Phil. Trans (A) 198, 235—299, 1902.
M. C. Moreau. Solution d'un problème de probabilités. Arch. d. Math. u. Phys. (3) 4, 184—189, 1902.
J. de Rey-Pailhade. La décimalisation du quart de cercle. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 64*—65*.
E. F. van de Sande Bakhuyzen. Preliminary investigation of the rate of the standard clock of the observatory at Leyden, Hohwü Nr. 17 after it was mounted in the niche of the great pier. Proc. Amsterdam 5, 267—278, 1902.
G. Lippmann. Méthode pour vérifier si une glissière ou une règle sont rectilignes. Journ. de Phys. (4) 1, 626—627, 1902.
L. Kleritj. Präcisions-Curvenrectificator. ZS. f. Instrkde. 22, 311—314, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

E. Grimsehl. Neue Apparate und Versuchsanordnungen. Unterrichtsbl. f. Math. u. Naturw. 8, 103—107, 1902.
Fr. Grützmacher. Neuere Thermostaten. D. Mech.-Ztg. 1902, 184—187, 193—196.
Julius Fischer. Ein Schulelektroskop. Vierteljahrsber. Wien. Ver. z. Förd. d. Unterr. 7, 205—214, 1902.
Georg Seibt. Neue Vorlesungsversuche über schnelle elektrische Schwingungen. Phys. ZS. 4, 99—104, 1902.

2. Dichte.

M. B. Ein neues Aräopyknometer. Centralbl. f. Accum.-, Elem.- u. Accumob.-Kde. 3, 276, 1902.

J. H. Vincent. The Density and Coefficient of Cubical Expansion of Ice. Phil. Trans. (A) **198**, 463—481, 1902.

3. Physikalische Chemie.

Lord **Rayleigh.** Accurate conservation of weight in chemical reactions. Brit. Ass. Belfast 1902. Nature **66**, 618, 1902.

Lespieau. Poids moléculaires et formules de constitution. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 54*—55*.

William Ramsay and **Morris W. Travers.** Argon and its Companions. Phil. Trans (A) **197**, 47—89, 1901.

Ladenburg. Ueber Ozon. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. **4**, 79, 1902.

Alexander Findlay. Nachtrag zu meiner Abhandlung: Vorläufige Mittheilung über eine Methode zur Berechnung von Löslichkeiten. ZS. f. phys. Chem. **42**, 110—112, 1902.

Paul Saurel. On the displacement of equilibrium. Journ. Phys. Chem. **6**, 467—473, 1902.

J. D. van der Waals. On the conditions for the occurrence of a minimum critical temperature for a ternary system. Proc. Amsterdam **5**, 225—235, 1902.

A. Gutbier. Beiträge zur Kenntniss anorganischer Colloïde. ZS. f. anorg. Chem. **32**, 347—356, 1902.

H. Goldschmidt. Ueber Katalyse. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. **4**, 79, 1902.

3a. Krystallographie.

Ernst Sommerfeldt. Bemerkungen zu der Volumtheorie von Krystallen. Centralbl. f. Min. 1902, 633—638.

A. Johnsen. Bemerkungen zum Krystallvolumen. Centralbl. f. Min. 1902, 591—594.

S. L. Penfield. On the Solution of Problems in Crystallography by Means of Graphical Methods based upon Spherical and Plane Trigonometry. Sill. Journ. (4) **14**, 249—284, 1902.

V. Goldschmidt. Zur Theorie und Discussion der Viellinge. N. Jahrb. f. Min. **15**. Beil.-Bd., 562—593, 1902.

D. Korda. Sur un cas remarquable de vitesse de cristallisation. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 39*.

Edgar von Pickardt. Die moleculare Verminderung der Krystallisationsgeschwindigkeit durch Zusatz von Fremdstoffen. ZS. f. phys. Chem. **42**, 17—49, 1902.

W. Voigt. Weiteres zur Aufklärung der Eigenschaften pleochroitischer Krystalle. Gött. Nachr. 1902, 269—277.

F. M. Jaeger. Ueber die in Leclanché-Zellen entstehenden Krystalle. Ber. D. Chem. Ges. **35**, 3405—3407, 1902.

A. E. Tutton. A Comparative Crystallographical Study of the Double Selenates of the Series $R_2M(SeO_4)_2$, $6H_2O$. Part II. Salts in which M is Magnesium. Phil. Trans. (A) **197**, 255—284, 1901.

William Campbell. Upon the Structure of Metals and Binary Alloys. (Schluss.) Journ. Frankl. Inst. **154**, 201—223, 1902.

A. H. Sirks. On the advantage of metal-etching by means of the electric current. Proc. Amsterdam **5**, 219—225, 1902.

O. Lehmann. Berichtigung. Ann. d. Phys. (4) **9**, 727—728, 1902.

4. Mechanik.

S. Gurshejew. Lehrbuch der Mechanik mit Aufgaben. 5. Aufl. 275 S. St. Petersburg, 1902 (russisch).

A. Ziwet. Elementary Treatise on Theoretical Mechanics. 3 Thl. London, Macmillan.

K. Heun. Formeln und Lehrsätze der allgemeinen Mechanik, in systematischer und geschichtlicher Entwickelung dargestellt. 112 S. Leipzig, 1902.

Anton Wassmuth. Ueber eine Ableitung der allgemeinen Differentialgleichungen der Bewegung eines starren Körpers. S.-A. Wien. Ber. **111** [2 a], 777—787, 1902.

René de Saussure. Théorie géométrique du mouvement des corps (solides et fluides). Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 209—231, 1902.

L. de la Rive. Transmission de l'énergie cinétique dans l'intérieur d'un corps solide quand il se meut librement sans forces extérieures. C. R. Soc. Vaud. 4. Juni 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 313—314, 1902.

Peter Lebedew. Die physikalischen Ursachen der Abweichungen vom Newton'schen Gravitationsgesetze. Phys. ZS. **4**, 15—18, 1902.

Stanislaus Jolles. Synthetische Theorie der Zentrifugal- und Trägheitsmomente eines Raumstückes. Arch. d. Math. u. Phys. (3) **4**, 100—116, 1902.

A. Grünwald. Sir Robert S. Balls lineare Schraubengebiete. ZS. f. Math. u. Phys. **48**, 49—108, 1902.

Hermann Frahm. Neue Untersuchungen über die dynamischen Vorgänge in den Wellenleitungen von Schiffsmaschinen mit besonderer Berücksichtigung der Resonanzschwingungen. Mitth. u. Forschungsarb. a. d. Geb. der Ingenieurw. **6**, 33—65, 1902.

5. Hydromechanik.

B. Dessau. Das Studium von Flüssigkeitsbewegungen mit Hülfe der Photographie. Umschau **6**, 11—17, 1902.

Barnes. Critical velocity of flow of water through tubes. Brit. Ass. Belfast 1902. [Nature **66**, 618, 1902.

Bazin. Expériences sur la contraction des veines liquides et sur la distribution des vitesses dans leur intérieur. Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux. Mém. Acad. des Sc. de l'Inst. de France (2) **32**, 1902.

J. Larmor. Vortex Spirals. Nature **66**, 630, 1902.

G. H. Darwin. On the pear-shaped Figure of Equilibrium of a Rotating Mass of Liquid. Phil. Trans. (A) **198**, 301—331, 1902.

H. Poincaré. Sur la Stabilité de l'Équilibre des Figures Pyriformes affectées par une Masse Fluide en Rotation. Phil. Trans. (A) **198**, 333—373, 1902.

6. Aeromechanik.

Lord **Rayleigh.** On the Law of the Pressure of Gases between 75 and 150 Millimetres of Mercury. Phil. Trans. (A) **198**, 417—430, 1902.

Job. Nouvelle méthode expérimentale pour l'étude de la transpiration des gaz. Séances soc. franç. de phys. 1901, 1*.

Victor Blaess. Ueber Ausströmversuche mit gesättigtem Wasserdampf. Phys. ZS. **4**, 82—85, 1902.

E. Roser. Die Prüfung der Indicatorfedern. ZS. d. Ver. D. Ing. **46**, 1575—1584, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

M. Grübler. Zur Festigkeit spröder Körper. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. **4**, 78, 1902.

H. Heimann. Die Festigkeit ebener Platten bei normaler constanter Belastung. ZS. f. Math. u. Phys. **48**, 126—134, 1902.

L. N. G. Filon. On the Elastic Equilibrium of Circular Cylinders under Certain Practical Systems of Load. Phil. Trans. (A) **198**, 147—234, 1902.

Carl J. Kriemler. Labile und stabile Gleichgewichsfiguren vollkommen elastischer, auf Biegung beanspruchter Stäbe mit besonderer Berücksichtigung der Knickvorgänge. Habilitationsschrift Karlsruhe, IV u. 56 S., 1902.

Clemens Schaefer. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Elasticität der Elemente. 2. Mittheilung. Ann. d. Phys. (4) **9**, 665—676, 1902.

W. Schüle. Zur Gesetzmässigkeit der elastischen Dehnungen. ZS. d. Ver. D. Ing. **46**, 1512—1513, 1902.

C. Bach. Die Elasticitäts- und Festigkeitseigenschaften der Eisensorten, für welche nach dem vorhergehenden Aufsatz (W. Dittenberger. Ueber die Ausdehnung von Eisen etc. vergl. Cap. 20) die Ausdehnung durch die Wärme ermittelt worden ist. ZS. d. Ver. D. Ing. **46**, 1536—1539, 1902.

C. Bach. Versuche über die Abhängigkeit der Zugfestigkeit und Bruchdehnung der Bronze von der Temperatur. Mitth. u. Forschungsarb. a. d. Geb. d. Ingenieurw. **4**, 1—20, 1902.

Ch. Frémont. Lignes superficielles apparaissant dans le sciage des métaux. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 17*—20*.

James Muir. On the Tempering of Iron Hardened by Overstrain. Phil. Trans. (A) **198**, 1—31, 1902.

7b. Capillarität.

Leo Grunmach. Neue experimentelle Bestimmungen der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten durch Messung der Wellenlänge der auf ihnen erzeugten Capillarwellen. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. **4**, 26—32, 1902.

Edouard Herzen. Sur les tensions superficielles des mélanges de liquides normaux. Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 232—260, 1902.

7c. Lösungen.

J. B. Goebel. Zahlenbeispiel zur neueren Theorie der Lösungen. ZS. f. phys. Chem. **42**, 59—67, 1902.

Louis Kahlenberg and **Hermann Schlundt.** Solubility, Electrolytic conductivity and chemical action in liquid hydrocyanic acid. Journ. Phys. Chem. **6**, 447—462, 1902.

Alexander Findlay. Nachtrag zu meiner Abhandlung: Vorläufige Mittheilung über eine Methode zur Berechnung von Löslichkeiten. ZS. f. phys. Chem. **42**, 110—112, 1902.

Franz Möller. Eine zur Untersuchung der Dichte äusserst verdünnter Lösungen geeignete Form des Dilatometers. Diss. Würzburg, 49 S., 1901.

Julius Olsen. An Experimental Investigation into the Existence of Free Ions in Aqueous Solutions of Electrolytes. Sill. Journ. (4) **14**, 237—248, 1902.

J. Koppel. Die Bildungs- und Löslichkeitsverhältnisse des Natriumkupfersulfats. ZS. f. phys. Chem. **42**, 1—16, 1902.

Clarence L. Speyers. Solubilities of Some Carbon Compounds and Densities of their Solutions. Sill. Journ. (4) **14**, 293—302, 1902.

C. Frenzel. Ueber wässerige Ammoniaklösungen. ZS. f. anorg. Chem. **32**, 319—340, 1902.

Ed. Fouché. Acétylène dissous (Claude et Hess). État actuel du procédé. Applications diverses. Éclairage intensif par incandescence. Appareils générateurs spéciaux pour produire cet éclairage. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 74*—79*.

G. E. Barton. A new glass of low sulubility. Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 893—895, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, **2**, 1078.

Giuseppe Bruni. Nuove ricerche sulle soluzioni solide. Lincei Rend. (5) **11** [2], 187—195, 1902.

7d. Diffusion.

J. Thovert. Sur une conséquence de la théorie cinétique de la diffusion. C. R. **135**, 579—580, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

Raveau. Photographies d'ondes aériennes. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 14*—15*.

G. Zambiasi. Intorno alla misura degli intervalli melodici. Rivista Musicale Italiana **8**, 1—48, 1901. [Journ. de phys. (4) **1**, 654—655, 1902.

G. Zambiasi. Dei dilsegni melodici nei vari generi musicali. Rivista Musicale Italiana **9**, 1—40, 1902. [Journ. de phys. (4) **1**, 654—655, 1902.

Wallace Sabine. Sur l'acoustique des salles. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 10*—11*.

9. Physiologische Akustik.

Max Wien. Ueber die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Höhe. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. **4**, 69—74, 1902.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

V. A. Julius. Der Aether. Vortrag gehalten am 3. April 1902 zu Utrecht im Feriencursus für Gymnasial- und Realschullehrer. Aus dem Holländischen übersetzt von G. Siebert. IV u. 52 S. Leipzig, Quandt u. Händel, 1902.

B. Dessau. Neue Untersuchungen über den Aether. Umschau **6**, 81—85, 1902.

Lord **Rayleigh.** Description of experiments to determine whether double refraction was produced in isotropic transparent bodies by their motion through the ether. Brit. Ass. Belfast 1902. [Nature **66**, 618, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

J. Boussinesq. Démonstration générale de la construction des rayons lumineux par les surfaces d'onde courbes. C. R. **135**, 559—563, 1902.

R. Straubel. Ueber einen allgemeinen Satz der geometrischen Optik und einige Anwendungen. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. **4**, 114—117, 1902.

Ludwig Matthiessen. Ueber die Bedingungsgleichungen der aplanatischen Brechung von Strahlenbündeln in beliebigen krummen Oberflächen. Ann. d. Phys. (4) **9**, 691—702, 1902.

Ludwig Matthiessen. Ueber unendliche Mannigfaltigkeiten der Oerter der dioptrischen Cardinalpunkte von Linsen und Linsensystemen bei schiefer Incidenz. ZS. f. Math. u. Phys. **48**, 39—49, 1902.

A. Champigny. Foyers conjugués des pinceaux lumineux obliques à une surface sphérique réfringente. Formule de Thomas Young. Applications. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 68*—69*.

G. Lippmann. Sur la mise au foyer d'un collimateur ou d'une lunette au moyen de la mesure d'une parallaxe. Journ. de Phys. (4) **1**, 625—626, 1902.

Clive Cuthbertson. Refractivities of the Inert Gases. Nature **66**, 607, 1902.

Dufet. Indices du quartz fondu. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 39*.

Raveau. Sur l'observation de la réfraction conique intérieure ou extérieure. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 83*.

Carvallo. Réseaux moléculaires et dispersion. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 63*—64*.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

C. Camichel. Sur une nouvelle méthode permettant de caractériser les matières colorantes et d'étudier les relations de la couleur des corps avec leur constitution chimique. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 35*—36*.

Henry Crew and **John C. Baker.** On the thermal development of the spark spectrum of carbon. Astrophys. Journ. 16, 61—72, 1902.

John Trowbridge. Spectra of gases at high temperatures. Proc. Amer. Phil. Soc. 41, 138—140, 1902.

Edwin B. Frost and **Walter S. Adams.** Wave-lengths of certain oxygen lines. Astrophys. Journ. 16, 119—120, 1902.

J. Norman Collie. Note on the Effect of Mercury Vapour on the Spectrum of Helium. Proc. Roy. Soc. 71, 25—27, 1902.

Edwin B. Frost. Wave-lengths of certain lines of the second spectrum of hydrogen. Astrophys. Journ. 16, 100—105, 1902.

John Evershed. Wave-length Determinations and General Results obtained from a Detailed Examination of Spectra photographed at the Solar Eclipse of January 22, 1898. Phil. Trans. (A) 197, 381—413, 1901.

Georg Laubenthal. Ueber Messungen im Absorptionsspectrum. Diss. Bonn. 43 S. 1901.

P. Lemoult. Spectres d'absorption de quelques groupes de matière colorantes. — Loi des groupes auxochromes. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 16*—18*.

R. Straubel. Zusammenhang zwischen Absorption und Auflösungsvermögen. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 74—76, 1902.

13. Photometrie.

F. von Hefner-Alteneck. Ueber Verbesserungen an der Lichteinheit und an einfachen Photometern. Berl. Ber. 1902, 980—992.

Petavel. Production of a standard of light. Brit. Assoc. Belfast 1902. [Nature 66, 618, 1902.

Hugo Krüss. Messung der Helligkeit von Projectionsapparaten. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 39—44, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Butler-Burke. On the phosphorescence produced in partially exhausted tubes by the passage of an alternating current round them. Brit. Ass. Belfast 1902. [Nature 66, 618, 1902.

F. Harms. Ueber die Emanation des Phosphors. Phys. ZS. 4, 111—113, 1902.

E. Rutherford u. **F. Soddy.** Die Ursache und Natur der Radioactivität. I. ZS. f. phys. Chem. 42, 81—109, 1902.

Adolf Heydweiller. Zeitliche Gewichtsänderungen radioactiver Substanz. Phys. ZS. 4, 81—82, 1902.

Henri Dufour. Sur l'action des substances radioactives. C. R. Soc. Vaud. 21. Mai 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 311—312, 1902.

M. Marckwald. Das radioactive Wismuth (Polonium). 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 51—54, 1902.

M. Marckwald. Ueber das radioactive Wismuth (Polonium). Chem.-Ztg. 26, 895—896, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 1091.

Frederick Soddy. The radioactivity of uranium. Chem. News 86, 199—200, 1902.

Julius Elster. Ueber die Herstellung von photographischen Eindrücken durch Becquerelstrahlen, die der atmosphärischen Luft entstammen. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 89—93, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

Raveau. Visibilité et singularités des franges d'interférence. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 40*.

O. Lummer u. **E. Gehrcke.** Ueber die Interferenz des Lichtes bei mehr als zwei Millionen Wellenlängen Gangunterschied. Verh. D. phys. Ges. 4, 337—346, 1902.

G. Foussereau. Appareil simple, pour observer les phénomènes de diffraction et d'interférence. Journ. de Phys. (4) **1**, 642—643, 1902.
E. R. Drew. Interference in thin films — a graphical treatment. Phys. Rev. **15**, 226—232, 1902.
Damien. Expériences d'interférences secondaires dans les lames cristallines. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 25*—27*.
Cotton. Réseaux obtenus par la Photographie de franges d'interférence. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 37*—39*.
A. Cotton. Réseaux obtenus par la photographie des ondes stationnaires. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 70*—72*.
Lippmann. Sur les réseaux obtenus par la photographie de franges d'interférence. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 58*.
Damien. Franges d'interférence d'addition et de soustraction produites par la biréfringence circulaire. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 70*.
G. Sagnac. Expériences avec le biprisme et avec les glaces argentées de Jamin. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 65*—67*.
H. C. Plummer. Note on the concave grating. Astrophys. Journ. **16**, 97—99, 1902.

15b. Drehung und Polarisationsebene.

P. Zeeman. Observations on the magnetic rotation of the plane of polarization in the interior of an absorption band. Astrophys. Journ. **16**, 106—113, 1902.
L. H. Siertsema. Measurements on the magnetic rotation of the plane of polarization in liquefied gases under atmospheric pressure. II. Measurements with methylchloride. Proc. Amsterdam **5**, 243—247, 1902.

15 c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

A. Cornu. Sur la détermination des paramètres optiques des cristaux par le réfractomètre. Expériences diverses sur la double réfraction de l'acide tartrique. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 79*—82*.
E. H. M. Beekman. On the behaviour of disthene and of sillimanite at high temperature. Proc. Amsterdam **5**, 240—242, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Josef Maria Eder. Jahrbuch für Photographie und Reproductionstechnik für das Jahr 1902 **17**, IX u. 755 S. Halle a. S., Verlag von Wilhelm Knapp, 1902.
M. Wilderman. On Chemical Dynamics and Statics under the Influence of Light. 60 S. London, Dulau, 1902.
Joh. Pinnow. Prüfung farbloser organischer Verbindungen auf Lichtempfindlichkeit. Journ. f. prakt. Chem. (N. F.) **66**, 265—320, 1902.
E. Englisch. Die Periodicität der Solarisation. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. **17**, 73—80, 1902.
Panzer. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Oxydation von Arsen an feuchter Luft. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. **4**, 80, 1902.
Foveau de Courmelles et **G. Trouvé.** Nouveaux appareils d'étude et d'utilisation des diverses radiations lumineuses. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 82*.
Lüppo-Cramer. Eine Beobachtung bezüglich der spectralen Empfindlichkeit verschiedener Arten ungefärbten Bromsilbers. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. **17**, 61—64, 1902.
Lüppo-Cramer. Untersuchungen über optische Sensibilisirung. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. **17**, 54—59, 1902.
Karl Schaum. Ueber elektrochemische Actinometer. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. **17**, 128—130, 1902.
Karl Schaum. Untersuchungen über die photographischen Processe I. Phys. ZS. **4**, 4—7, 1902.

Hermann Krone. Worin beruht die Verschiedenheit der Lichtempfindlichkeitsgrade photographischer Schichten? Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 13—18, 1902.

Lüppo-Cramer. Zur Solarisation des Bromsilbers. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 53—54, 1902.

V. von Cordier. Ueber die Einwirkung von Brom auf metallisches Silber im Licht und im Dunkeln. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 33—36, 1902.

J. M. Eder. Verhalten verschiedener Photometerpapiere gegen das Spectrum beim directen photographischen Schwärzungsprocesse. Photogr. Corr. 1902, 1—6 [Chem. Centralbl. 1902, 2, 1088—1089.

Heinrich Biltz. Neuere Untersuchungen über Phototropie. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 3—5, 1902.

Karl Schaum. Ueber den photographischen Negativprocess. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 40—41, 1902.

Lüppo-Cramer. Zur Theorie des latenten Bildes und seiner Entwickelung. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 49—52, 1902.

R. Neuhauss. Directe Farbenphotographie durch Körperfarben. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 20—30, 1902.

17. Physiologische Optik.

E. Giltay. Das Sehen, besonders mit Rücksicht auf den Gebrauch optischer Instrumente. VIII u. 77 S. Leiden, E. J. Brill, ohne Jahreszahl.

Frank Allen. Persistence of vision in color-blind subjects. Phys. Rev. 15, 193—225, 1902.

Broca. Sur les causes de variation de l'acuité visuelle. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 12*—13*.

Friedrich Schenck. Einiges über binokulare Farbenmischung. Rectoratsprogramm Marburg, 21 S., 1901.

18. Optische Apparate.

S. Clay. Die praktische Prüfung photographischer Linsen. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 195—210, 1902.

J. Hartmann. Ein Hülfsmittel zur Untersuchung von Objectiven. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 151—160, 1902.

R. Dongier. Appareil de mesure des courbures et des éléments d'un système optique quelconque. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 20*—21*.

Culmann. Sur quelques réfractométres nouveaux de la maison Zeiss, à Jéna. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 25*.

F. L. O. Wadsworth. The theory of the ocular spectroscope. Misc. scient. pap. Allegheny Obs. (N. S.) No. 6, 10 S.

F. L. O. Wadsworth. Description of a new type of focal plane spectroscope and its application to astronomical spectroscopy. Misc. scient. pap. Allegheny Obs. (N. S.) No. 7, 15 S.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

J. Traube. Beitrag zur Theorie von van der Waals. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 50—51, 1902.

Ch. M. A. Hartman. On the first plait in van der Waals's free energy surface for mixtures of two substances. Onnes Comm. Suppl. No. 3, 79 S., 1902.

Paul Saurel. On the critical state of a one-component system. Journ. Phys. Chem. 6, 474—491, 1902.

G. Bakker. Theorie der Capillarschicht zwischen den homogenen Phasen der Flüssigkeit und des Dampfes. II. ZS. f. phys. Chem. **42**, 68—74, 1902.

19 c. Kinetische Theorie der Materie.

Max Planck. Ueber die Vertheilung der Energie zwischen Aether und Materie. Ann. d. Phys. (4) **9**, 629—641, 1902.

Brinkworth and **Martin.** The heatless condition of matter. Sill. Journ. (4) **14**, 304—305, 1902.

Peter Fireman. The expansion of a gas into a vacuum and the kinetic theory of gases. Journ. Phys. Chem. **6**, 463—466, 1902.

Gustav Jaeger. Der innere Druck, die innere Reibung, die Grösse der Molekeln und deren mittlere Weglänge bei Flüssigkeiten. S.-A. Wien. Ber. **111** [2 a], 697—706, 1902.

R. W. Wood. The cooling of gases by expansion and the kinetic theory. Science (N. S.) **16**, 592, 1902.

Daniel Berthelot. Sur une propriété des gaz monoatomiques. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 62*—63*.

19 d. Technische Anwendungen.

H. E. Wimperis. A preliminary note on gasengine explosions. Electrician **50**, 27—28, 1902.

K. Schreber. Die Theorie der Mehrstoffdampfmaschinen. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. **4**, 117—118, 1902.

Georg Lindner. Dampfhammer-Diagramme. Mitth. u. Forschungsarb. a. d. Geb. d. Ingenieurw. **4**, 21—34, 1902.

Eugen Meyer. Untersuchungen am Gasmotor. ZS. d. Ver. D. Ing. **46**, 945—952, 1303—1307, 1391—1396, 1902.

A. Staus. Beitrag zur Wärmebilanz des Gasmotors. Mitth. u. Forschungsarb. a. d. Geb. d. Ingenieurw. **5**, 32—34, 1902.

E. Körting. Untersuchungen über die Wärme der Gasmotorencylinder. Mitth. u. Forschungsarb. a. d. Geb. d. Ingenieurw. **4**, 46—48, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

W. Dittenberger. Ueber die Ausdehnung von Eisen, Kupfer, Aluminium, Messing und Bronze in hoher Temperatur. ZS. Ver. Deutsch. Ing. **46**, 1532—1536, 1902.

J. H. Vincent. The Density and Coefficient of Cubical Expansion of Ice. Phil. Trans. (A) **198**, 463—481, 1902.

Ch. Éd. Guillaume. Sur l'erreur capillaire dans les thermomètres à mercure. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 13*—14*.

K. R. Koch. Ein Hypsometer mit elektrischer Temperaturmessung. Anhang zu „Relative Schweremessungen", ausgeführt im Auftrage d. königl. Ministeriums des Kirchen- und Schulwesens in Württemberg. **2**, 19—23, 1902.

Fr. Grützmacher. Neuere Thermostaten. D. Mech.-Ztg. 1902, 184—187, 193—196.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

F. W. Clarke. A thermochemical constant. Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 882—892, 1902.

Adolfo Varali-Thevenet. Calore di Soluzione. N. Cim. (5) **4**, 186—192, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22 a. Schmelzen und Erstarren.

Valentine Ssobolewa. Ueber die Extrapolation des Schmelzpunktes für den chemisch homogenen Stoff aus Messungen an der Isobare der Volume in der Nähe des Schmelzpunktes. ZS. f. phys. Chem. **42**, 75—80, 1902.

Herbert Hausrath. Eine Differentialmethode zur Bestimmung kleiner Gefrierpunktsdepressionen. Ann. d. Phys. (4) 9, 522—554, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

James Dewar. Various low-temperature researches. Adr. of the President of the Brit. Ass. Science (N. S.) 16, 628—631, 1902.

23. Calorimetrie.

W. Gaede. Ueber die Aenderung der specifischen Wärme der Metalle mit der Temperatur. Phys. ZS. 4, 105—106, 1902.

C. Bach. Zur Frage des Wärmewerthes des überhitzten Wasserdampfes. Mitth. u. Forschungsarb. a. d. Geb. d. Ingenieurw. 5, 53—54, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

A. Stanley Mackenzie. On some equations pertaining to the propagation of heat in an infiuite medium. Proc. Amer. Phil. Soc. 41, 181—199, 1902.

F. A. Schulze. Ueber das Verhalten einiger Legirungen zum Gesetz von Wiedemann u. Franz. Ann. d. Phys. (4) 9, 555—589, 1902.

H. Claassen. Die Wärmeübertragung bei der Verdampfung von Wasser und von wässerigen Lösungen. Mitth. u. Forschungsarb. a. d. Geb. d. Ingenieurw. 4, 49—68, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

G. W. Stewart. Die Temperaturen und Energievertheilungscurven im Spectrum leuchtender Flammen. Phys. ZS. 4, 1—3, 1902.

J. Larmor. On the application of the method of entropy to radiant energy. Brit. Ass. Belfast 1902. [Nature 66, 618, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

J. Teichmüller. Sammlung von Aufgaben zur Uebung im Entwerfen und Berechnen elektrischer Leitungen. 2. Aufl. Leipzig, Verlag von S. Hirzel, 1902.

Ernst Schulz. Technologie der Dynamomaschinen. VIII. u. 430 S. Leipzig, Verlag von S. Hirzel, 1902.

A. Garbasso. Su la polarizzazione rotatoria dei raggi di forza elettrica. Cim. (5) 4, 176—185, 1902.

W. Wien. Ueber die Natur der positiven Elektronen. Ann. d. Phys. (4) 9, 660—664, 1902.

M. Abraham. Principien der Dynamik des Elektrons. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 57—63, 1902.

W. Kaufmann. Ueber die elektromagnetische Masse des Elektrons. Gött. Nachr. 1902, 291—296.

W. Kaufmann. Die elektromagnetische Masse des Elektrons. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 54—57, 1902.

W. Kaufmann. La déviation magnétique et électrique des rayons Becquerel et la masse électromagnétique des électrons. C. R. 135, 577—579, 1902.

Max Planck. Ueber die von einem elliptisch schwingenden Ion emittirte und absorbirte Energie. Ann. d. Phys. (4) 9, 619—628, 1902.

H. A. Lorenz. The fundamental equations for electromagnetic phenomena in ponderable bodies, deduced from the theory of electrons. Proc. Amsterdam 5, 254—266, 1902.

P. Drude. Resonanzmethode zur Bestimmung der Periode der oscillatorischen Condensatorentladung. Ann. d. Phys. (4) 9, 611—618, 1902.
H. M. Macdonald. Electric Waves. 200 S. Cambridge, 1902.
W. Stahl. Ueber Licht- und elektrische Wellen, Funken- und Wellentelegraphie, Kathodenstrahlen u. s. w. in kurzfasslicher Darstellung. Leipzig, A. Felix.
A. E. H. Love. The Integration of the Equations of Propagation of Electric Waves. Phil. Trans. (1) 197, 1—46, 1901.
H. Pellat. Sur une expérience d'oscillation électrique. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 60*—62*.
A. Turpain. Fonctionnement du résonateur de Hertz et du résonateur à coupure. Champ hertien ordinaire et champ interférent. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 40*—42*.
E. Lecher. Schirmwirkung der Gase gegen elektrische Schwingungen. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 32—39, 1902.
Ernesto Drago. Sul comportamento dei coherer A PbO^2 ed A CuS rispetto alle onde acustiche: diminuzione di resistenza dei medesimi sotto l'influenza delle onde elettriche. Cim. (5) 4, 208—213, 1902.
J. Boulanger et **G. Ferrié.** La Télégraphie sans fil et les ondes électriques. 4. éd. 190 S. Nancy et Paris, Librairie Berger-Levrault, 1902.
M. Wien. Demonstration eines mechanischen Modelles zu der Braun'schen Methode der Telegraphie ohne Draht. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 76—78, 1902.
E. Blochmann. Ein neues System der sogen. drahtlosen Telegraphie: die Strahlentelegraphie. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 118—120, 1902.
E. Wilson. Magnetic detector in space telegraphy. Brit. Ass. Belfast 1902. [Nature 66, 618, 1902.
Minchin. Coherer. Brit. Ass. Belfast 1902. [Nature 66, 618, 1902.
E. Bouty. Sur la cohésion diélectrique des gaz. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 8*—9*.
Ch. E. Skinner. Perte d'énergie dans les diélectriques usuels soumis à des tensions alternatives élevées. Electrical Review 41, 82—87, 1902. [L'éclair. électr. 33, 98—99, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

E. Grimsehl. Ueber den Volta'schen Fundamentalversuch. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 43—50, 1902.
H. Wommelsdorf. Die Condensatormaschine. Eine neue Anordnung zur Erregung von Influenzelektricität. Ann. d. Phys. (4) 9, 651—659, 1902.
Allegretti. Sul fenomeno Edison. Cim. (5) 4, 161—175, 1902.
J. Elster u. **H. Geitel.** Notiz über die photoelektrische Wirksamkeit der durch Becquerelstrahlen gefärbten Salze. Phys. ZS. 4, 113—114, 1902.

27. Elektrostatik.

28. Batterieentladung.

E. Warburg. Ueber leuchtenden elektrischen Wind. 74. Vers. Deutsch. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. Phys. ZS. 4, 40, 1902.
A. Maresca. Ueber die Energie, welche von der oscillirenden Entladung eines Condensators in leeren Röhren entwickelt wird. Phys. ZS. 4, 9—11, 1902.

29. Galvanische Ketten.

Berthelot. Recherches sur les piles fondées sur l'action réciproque de deux liquides salins. Ann. chim. phys. (7) 27, 145—271, 1902.
Georges Rosset. Sur une pile électrique à dépolarisant spontanément régénérable par reoxydation directe à l'air. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 56*—57*.

80. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

G. Lippmann. Sur un nouveau galvanomètre parfaitement astatique. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 57*—58*.

Crémieu. Sur un galvanomètre électrodynamomètre-électromètre absolu. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 60*.

Pierre Weiss. Sur un nouveau système de voltmètres et d'ampèremètres rendus indépendants, par compensation, des variations accidentelles de leur aimant permanent. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 34*—35*.

W. Walter Dinwiddie. A cell for measuring the electrical resistance of liquids. Phys. Rev. **15**, 237—238, 1902.

A. Blondel. Théorie des oscillographes. L'éclair. électr. **33**, 115—125, 1902.

H. Armagnat. Ondographe de M. Hospitalier. Oscillographes de M. Blondel. Rhéographe de MM. Abraham et Carpentier. Emploi de ces appareils pour la décomposition des courbes de courant. Détermination expérimentale directe de l'amplitude et de la phase des harmoniques. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 83*—85*.

P. Janet. Sur quelques compteurs à courants alteratifs. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 15*—16*.

D. Korda. Télautographe Elisha Gray-Ritchie. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 36*—37*.

81. Elektrische Maasse und Messungen.

H. Diesselhorst. Zur ballistischen Methode der Messung von Elektricitätsmengen. Ann. de Phys. (4) **9**, 712—723, 1902.

F. A. Schulze. Ueber das Verhalten einiger Legirungen zum Gesetz von Wiedemann u. Franz. Ann. d. Phys. (4) **9**, 555—589, 1902.

Franz Streintz. Das Leitvermögen von Bleiglanz und Silberglanz. Phys. ZS. **4**, 106—108, 1902.

Guy Barlow. On the Effects of Magnetisation on the Electric Conductivity of Iron and Nickel. Proc. Roy. Soc. **71**, 30—42, 1902.

Louis Kahlenberg and **Herman Schlundt.** Solubility, Electrolytic Conductivity and Chemical Action in Liquid Hydrocyanid Acid. Journ. Phys. Chem. **6**, 447—462, 1902.

W. R. Bonsfield and **T. Martin Lowry.** Influence of Temperature on the Conductivity of Electrolytic Solutions. Proc. Roy. Soc. **71**, 42—54, 1902.

R. Wegscheider. Ueber die elektrische Leitungsfähigkeit zweibasischer Säuren. Chem.-phys. Ges. Wien, 19. Juni 1902. [Vierteljahresber. Wien. Ver. z. Förd. d. Unt. **7**, 214—216, 1902.

F. Harms. Ueber eine Methode zur Untersuchung der Leitfähigkeit von Gasen. Phys. ZS. **4**, 11—15, 1902.

H. A. Wilson. On the Electrical Conductivity of Air and Salt Vapours. Phil. Trans. (A) **197**, 415—441, 1901.

A. Rochettino ed **A. Sella.** Conduttivita elettrica acquistata dall' aria proveniente da una soffieria ad acqua. Cim. (5) **4**, 203—208, 1902.

J. Stark. Princip der elektrischen Dissociirung und Leitung in Gasen, Elektrolyten und Metallen. Nat. Rdsch. **17**, 533—536, 549—550, 1902.

P. Lenard. Ueber die Elektricitätsleitung in Flammen. Ann. d. Phys. (4) **9**, 642—650, 1902.

82. Elektrochemie.

E. H. Riesenfeld. Ueber elektrolytische Erscheinungen und elektromotorische Kräfte an den Grenzflächen zweier Lösungsmittel. 32 S. Göttingen, 1901.

B. D. Steele. The Measurement of Ionic Velocities in Aqueous Solution, and the Existence of Complex Ions. Phil. Trans. (A) **198**, 105—145, 1902.

Rud. Wegscheider. Ueber die stufenweise Dissociation zweibasischer Säuren. Wien. Ber. **111** [2a], 441—510, 1902.

G. Preuner. Ueber die Dissociationsconstante des Wassers und die elektromotorische Kraft der Knallgaskette. ZS. f. phys. Chem. **42**, 50—58, 1902.

Berthelot. Nouvelles expériences sur la limite d'intensité du courant d'une pile qui correspond à la manifestation d'un débit électrolytique extérieur, apparent dans un voltamètre. C. R. 135, 485—492, 1902.
Max Reuter. Ueber Amalgampotentiale. ZS. f. Elektrochem. 8, 801—808, 1902.
M. Le Blanc u. **J. Brode.** Die Elektrolyse von geschmolzenem Aetznatron und Aetzkali. ZS. f. Elektrochem. 8, 817—822, 1902.
G. Bodländer. Beitrag zur Theorie einiger technischer Reductions- und Oxydationsprocesse. ZS. f. Elektrochem. 8, 835—843, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

Louis Lownds. Ueber das Verhalten des krystallinischen Wismuths im Magnetfeld. Ann. d. Phys. (4) 9, 677—690, 1902.

34. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

35. Elektrisches Leuchten.

Berthold Monasch. Untersuchungen über den Wechselstromlichtbogen bei „höherer" Spannung. Elektrot. ZS. 23, 956—958, 1902.
Dufour. Arc au mercure. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 39*.
G. Weissmann. L'éclairage électrique par lampes à incandescence à filaments de carbone et sur le système économiseur Weissmann-Wydts. Journ. de Phys. (4) 1, 637—641, 1902.
C. E. S. Phillips. The Action of Magnetised Electrodes upon Electrical Discharge Phenomena in Rarefied Gases. Phil. Trans. (A) 197, 135—150, 1901.
W. Seitz. Beiträge zur Kenntniss der Kathodenstrahlen. Habilitationsschrift Würzburg, 37 S., 1901.
G. C. Schmidt. Die chemischen Wirkungen der Kathodenstrahlen. Eder's Jahrb. f. Photogr. u. Reprod.-Techn. 17, 30—32, 1902.
G. C. Schmidt. Ueber die chemischen Wirkungen der Canalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 9, 703—711, 1902.

35a. Röntgenstrahlen.

H. Morize. Méthode pour la mesure de la vitesse des rayons de Röntgen. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 53*—54*.
H. Haga and **C. H. Wind.** Diffraction of Röntgen-Rays. Proc. Amsterdam 5, 247—254, 1902.
Brunhes. Durée d'émission des rayons Röntgen. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 22*—24*.
G. Sagnac. Nouvelles recherches sur les transformations des rayons X par la matière. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 1*—3*.
L. Benoist. Transparence de la matière pour les rayons X. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 67*—68*.
P. Curie et **G. Sagnac.** Électrisation négative des rayons secondaires dérivés des rayons X. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 35*—56*.
B. Walter. Stereoskope für grosse Bilder. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 6, 7 S., 1902.
Walter. Bericht über die Röntgenausstellung des 2. Internationalen Congresses für medicinische Elektrologie u. Radiologie in Bern, 1. bis 6. September 1902. S.-A.: Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 6, 2 S., 1902.

36. Magnetismus.

Geo E. Poucher. Attractive force and magnetic induction. Phys. Rev. 15, 233—236, 1902.
H. Nagaoka et **K. Honda.** Magnétostriction des aciers-nickels. Journ. de Phys. (4) 1, 627—632, 1902.

Ch. Ed. Guillaume. Remarques sur le travail de MM. Nagaoka et Honda. Journ. de Phys. (4) 9, 633—637, 1902.

J. Zenneck. Ueber inductiven magnetischen Widerstand. Ann. d. Phys. (4) 9, 497—521, 1902.

Th. Erhard. Eine Fehlerquelle bei magnetometrischen Messungen. Ann. d. Phys. (4) 9, 724—726, 1902.

G. F. C. Searle and **T. G. Bedford.** The Measurement of Magnetic Hysteresis. Phil. Trans. (A) 198, 33—104, 1902.

Guy Barlow. On the Effects of Magnetisation on the Electric Conductivity of Iron and Nickel. Proc. Roy. Soc. 71, 30—42, 1902.

S. Sano. Notiz über Magnetisirung cubischer Krystalle. Phys. ZS. 4, 8—10, 1902.

P. Zeeman. Observations on the magnetic rotation of the plane of polarization in the interior of an absorption band. Astrophys. Journ. 16, 106—113, 1902.

L. H. Siertsema. Measurements on the magnetic rotation of the plane of polarisation in liquefied gases under atmospheric pressure. II. Measurements with methylchloride. Proc. Amsterdam 5, 243—247, 1902.

C. Runge and **F. Paschen.** On the radiation of mercury in the magnetic field. Astrophys. Journ. 16, 118, 1902.

W. Voigt. Neue Beobachtungen über magnetooptische Erscheinungen in Absorptionsstreifen. Gött. Nachr. 1902, 305—311.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Crémieu. Sur la convection électrique. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 15*.

V. Crémieu. Des courants ouverts. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 54*.

38. Elektrodynamik. Induction.

F. S. Locke. A method of equalising the „strength“ of make- and break-induction-shocks. Journ. of Physiol. 28, S.-A.: 3 S., 1902.

Richard Gans. Ueber Inductionen in rotirenden Leitern. ZS. f. Math. u. Phys. 48, 1—28, 1902.

D. A. Goldhammer. Ueber die Transformation eines pulsirenden Stromes in einen Wechselstrom. Phys. ZS. 4, 108—110, 1902.

P. Drude. Zur Construction von Teslatransformatoren, Schwingungsdauer und Selbstinduction von Drahtspulen. Ann. d. Phys. (4) 9, 590—610, 1902.

Hermann Cahen. Ueber unipolare Induction. Elektrot. ZS. 23, 921—926, 1902.

39. Vermischte Constanten.

Ch. Éd. Guillaume. Sur les aciers au nickel. Séances Soc. Franç. de Phys. 1901, 43*—44*.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Carl Ludw. Charlier. Die Mechanik des Himmels. Vorlesungen 1. Bd. (8, 488 S. m. Fig.), gr. 8°. Leipzig, Veit u. Co., 1902.

F. L. O. Wadsworth. The theory of the ocular spectroscope. Miscell. Scientif. Allegheny Observatory Nr. 6. Chicago 1—10.

Karl Kostersitz. Die Spectralanalyse der Himmelskörper und deren Förderung durch Bergobservatorien, mit besonderer Berücksichtigung des projectirten astrophysikalisch-meteorologischen Bergobservatoriums im Semmeringgebiete bei Wien. Erweiterte Bearbeitung eines Vortrages (99 S. mit 2 Abbildgn. u. 1 Taf.).}

1 B. Planeten und Monde.

H. Deslandres. Recherches spectrales sur la rotation de la planète Uranus. C. R. 135, 12, 472—475, 1902.

Th. Fr. Grigull. Ein transneptunischer Planet. Mit 1 Taf. Osnabrück, Meinders u. Elstermann, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

W. W. Campbell. Six stars whose velocities in the line of sight are variable. (From Bulletin N. 20, Lick Observatory, University of California.) Astrophys. Journ. 16, 2, 114—117, 1902.

1 D. Die Sonne.

Die Natur der Sonne. Himmel u. Erde 15, 1, 36—39, 1902.

J. Halm. Eine neue Sonnentheorie. Ref.: Met. ZS. 19, 9, 430—435, 1902. Auszug aus einer Abhandlung in Astron. Nachr. (37, 23—24). Ueber eine neue Theorie zur Erklärung der Periodicität der solaren Erscheinungen. Nach Nature, 13. Feb. 1902, S. 351.

Frank. W. Very. The absorptive power of the solar atmosphere. Astrophys. Journ. 16, 2, 73—91, 1902.

H. Deslandres. Organisation à l'Observatoire de Meudon des spectrographes automatiques dits des vitesses, qui enregistrent les mouvements radiaux et l'épaisseur de la chromosphère solaire. C. R. 135, 13, 500—503, 1902.

G. H. Peters. Some results of the total eclipse in Sumatra of May 18, 1901, obtained with photoheliograph at Fort de Kock. Astrophys. Journ. 16, 2, 92—96, 1902.

Sir **Norman Lockyer**, Captain **Chisholm-Batten**, and Prof. **A. Tedler.** Total Eclipse of the Sun, January 22, 1898. Observations at Viziadrug. Philos. Transactions roy. soc. London. Series A. 197, 151—227. London, 1901.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

G. Percy Bailey. A possible Meteor Shower on October 4. Nature 66, 1719, 577, 1902.

Fall of a meteoric stone near Crumlin (Co. Antrim) September 13. Nature **66**, 1719, 577—579, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Frank. H. Bigelow. Hann's Meteorology. Month. Weather Rev. **30**, 6, 298—299, 1902.

Laboratory work in physical geography and meteorology. Month. Weather Rev. **30**, 6, 313—314, 1902.

Die zweite Versammlung der Beamten und Mitarbeiter des Weather Bureau im August 1901 in Milwaukee. Wetter **19**, 9, 196—203, 1902.

R. F. Stupart. Report of the Meteorological Service of Canada. For the year 1899. Ottawa, 1902. 4⁰. 380 S.

Frank. H. Bigelow. The first national meteorological Congress of Mexico. Actas, resoluciones y memorias del primor Congreso. Meteorologico Nacional, iniciavo por la Sociedad Cientifica „Antonio Alzate" y celebrado en la ciudad de Mexico los dias 1, 2 y 3 de Novimbre de 1900. Mexico, 1902. 272 p. Ref.: Month. Weather Rev. **30**, 6, 311, 1902.

Meteorology in Argentina. Month. Weather Rev. **30**, 6, 315—316, 1902.

E. B. Garriott. Unseasonable Weather in the United States. Month. Weather Rev. **30**, 6, 301—302, 1902.

Bericht über die Thätigkeit des Königl. Preuss. Meteorologischen Instituts im Jahre 1901 von W. v. Bezold. Berlin, 1902. 8⁰. 35 S.

P. Bergholz. Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1901. Freie Hansestadt Bremen. Jahrgang 12. Bremen, 1902. 4⁰. 84 S.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1901, Baden. Bearbeitet von Ch. Schultheiss, Karlsruhe, 1902. gr. 4⁰. 2. Bl. 72 S., 3 Taf.

Paul Schreiber. Bericht über die Thätigkeit im Königl. sächsischen meteorologischen Institut für das Jahr 1899. Mit 6 Anhängen und 4 Taf. **17**, 1899. Jahrbuch des Königl. sächsischen meteorologischen Institutes 1899, **17**, 3. Abthl. Chemnitz, 1902.

Jahresbericht des Centralbureaus f. Meteorologie u. Hydrographie im Grossherzogthum Baden mit den Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen und der Wasserstandsaufzeichnungen am Rhein und an seinen grösseren Nebenflüssen f. d. Jahr 1901. (IV, 115 S. mit 5 Taf. u. 1 farb. Karte) gr. 4⁰. Karlsruhe, G. Braun'sche Hofbuchdruckerei, 1902.

K. Wimmenauer. Jahresbericht über Veröffentlichungen und wichtigere Ereignisse im Gebiete des Forstwesens, der forstlichen Zoologie, der Agriculturchemie, der Meteorologie und der forstlichen Botanik für das Jahr 1901. Frankfurt a. M. (Allg. Forst- u. Jagdzeit.), 1902, 4, 4 u. 108 pp.

Veröffentlichungen des Hydrographischen Amtes der k. u. k. Kriegs-Marine in Pola. Jahrbuch der meteorologischen, erdmagnetischen und seismischen Beobachtungen. Jahrgang 1901. Pola, 1902. 4⁰. XLIX. 174 S. 10 Taf.

Paul Schreiber. Dekaden-Monatsberichte (vorläufige Mittheilung) des Königl. sächsischen meteorologischen Institutes 1901. **4**, 1902.

Pubblicazioni della Specola Vaticana. Volume VI. Roma, 1902. gr. 8⁰. XXX, 493 S. 7 Taf. Enthält die met. Termin-Beob. d. Jahre 1895 bis 1901.

Annaes do Observatorio do Infante D. Luiz, 1900, **38**. Lisboa, 1902. Fol. 139 S.

José Algué. S. J. Report of the director of the Philippine Weather Bureau, 1901 bis 1902. Part first. The climate of Boguio (Benguet). Manila, 1902. 4⁰. 74 S., 34 Taf.

W. Meinardus. Uebersicht über die Witterung in Centraleuropa im Juli 1902. Wetter 19, 9, 204—206, 1902.

Paul Schreiber. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an zwölf Stationen II. Ordnung im Jahre 1899. Zugleich Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1899. Beobachtungssystem des Königreichs Sachsen. Jahrbuch des Königl. sächsischen meteorologischen Institutes 1899, 17, 1. Abthl. Chemnitz, 1901.

Die Witterung an der deutschen Küste im August 1902. Ann. d. Hydr. 30, 10, 506—509, 1902.

Henri Dufour. Résumé des éléments météorologiques de Lausanne de vingt-cinq ans. Bull. Soc. Vaud. 38, 144, 38—39, 1902.

Th. Moureaux. Résumé des observations météorologiques faites à l'observatoire du Parc Saint-Maur en juillet 1902. Annu. soc. mét. de France 50, 171—172, Août 1902.

R. Gautier. Observations météorologiques faites aux Fortifications de Saint-Maurice. Décembre 1901, Janvier, Février et Mars 1902. Arch. sc. phys. et nat. 107, 9, 303—310, 1902.

A. Cheux. Résumé des observations météorologiques faites en 1901 à l'observatoire de la Baumette (près Angers). Annu. soc. mét. de France 50, 169—170, Août 1902.

Augustin Seguin. Observations météorologiques à la Buire près de Lyon. Annu. soc. mét. de France 50, 169, Août 1902.

Alexander and **Omond Buchan** and **Robert Traill.** The Ben Nevis Observations 1888—1892. Edinburgh, 1902. 4°. Trans. Roy. Soc. Edinburgh 42.

H. Hope Jones. Observaciones tomadas en San Ignacio, Cailloma, de agosta á diciembre de 1901. Bol. Socied. Geográfica Lima 11, 11, 412—414.

W. Doberck. Observations made at the Hongkong Observatory in the year 1901. Honkong, 1902. Fol. 2 Bl., 10, 129 S.

Die Witterung zu Tsingtau im März, April und Mai 1902, nebst einer Zusammenstellung für das Frühjahr 1902. Ann. d. Hydr. 30, 10, 492—495, 1902.

W. Rimpau. Die Wirkung des Wetters auf die Zuckerrüben-Ernten der Jahre 1891 bis 1900. Wetter 19, 9, 206—214, 1902.

Julius Ziegler. Die Pflanzen-Uhr. Frankfurt a. M., 1902. 1 Gr.-Quartblatt in farb. Lithographie u. 2 Bl. Text in 8°.

James Berry. Climate and Crop Service. Month. Weather Rev. 30, 6, 295—298, 1902.

P. Polis. Ergebnisse der Wind- und Gewitterbeobachtungen zu Aachen 1873 bis 1900. Met. ZS. 19, 9, 429, 1902.

Alex. B. Mac Dowall. Temperatur und Regen. Met. ZS. 19, 9, 430, 1902.

Reinicke. Temperaturwerthe und Niederschlagsmengen zu Neufahrwasser in den Jahren 1876 bis 1900. Ann. d. Hydr. 334—336, 1902.

The recent High-Balloon Ascent of Dr. Süring and Dr. Berson. Aeronautic Journ. London 6, 46—47.

J. M. Bacon. Scientific Observations at high altitudes. Aeronautic. Journ. London 6, 40—43.

The Ballons-Sondes Experiments. Aeronautic Journ. London 6, 48.

The variations of the temperature of the free air at great altitudes. Month. Weather Rev. 30, 6, 316—317, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

C. Canovetti. Études sur la résistance de l'air. L'Aérophile Paris 10, 140—144, 1902.

Charles Baskerville and **H. R. Weller.** Black rain in North Carolina. Science 15, 10, 34.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

Charles P. Knipp. Method of maintaining intermediate Temperatures. Phys. Rev. Lancaster 15, 125—126.

Dario Valdizan. Temperatura diaria tomada á la sombra en la Hacienda Chiquitoy (valle de Chicama) en los años de 1900 y 1901. Bol. Socied. Geográfica Lima 11, 11, 415—417.

Dario Valdizan. Observaciones termométricas, tomadas en el campamento „El Mirador" provincia de Chincha, de mayo á julio de 1901. Bol. Socied. Geográfica Lima 11, 11, 417—420.

Francisco B. Aguayo. Disertacion sobre la temperatura de Lima. Bol. Socied. Geográfica Lima 11, 11, 367—393.

C. Buhrer et **Henri Dufour.** Observations actinométriques. Proc. Verb. Soc. Vaud. 16, 4, 1902. Bull. Soc. Vaud. 38, 144, 37—38, 1902.

2D. Luftdruck.

2E. Winde und Stürme.

A. Lawrence Rotch. Windmessungen zur See. Science 15, 367, 72, 1902. Ref.: Met. ZS. 19, 9, 435—436, 1902.

Der Südwestmonsun im Atlantischen Ocean. Gaea 38, 470—473.

Hr. Der Borasturm im nördlichen Adriatischen Meere am 31. Januar und 1. Februar 1902. Ann. d. Hydr. 327—331, 1902.

Die Cyklone im südlichen Indischen Ocean vom 9. bis 16. Januar 1901. Ein Vortrag, gehalten am 21. März 1901 in der Sitzung der Meteorologischen Gesellschaft von Mauritius. Proc. and Transact. of the Meteorological Soc. Mauritius 7 (New Series), 52—71, 1901. Ann. d. Hydr. 30, 10, 473—483, 1902.

H. Meyer. Weiteres über den Orkan im Indischen Ocean, Mai 1902. Ann. d. Hydr. 30, 10. 483—485, 1902.

Orkan im östlichen Bengalischen Meerbusen am 5. Mai 1902. Ann. d. Hydr. 30, 10, 485—487, 1902.

O. L. Fassig. A Waterspout at Close Range. Prepared for the April number of Maryland and Delaware Climate and Crop Report. Month. Weather Rev. 30, 6, 302, 1902.

Dancing Dervishes or Dust Whires. Month. Weather Rev. 30, 6, 316, 1902.

2F. Wasserdampf.

Fr. Treitschke. Verdunstungskälte in einem Eimer. Wetter 19, 9, 214, 1902.

2G. Niederschläge.

P. Polis. Der Platzregen im mittleren Maas- und im Roergebiete vom 30. Juni, sowie die Dauerregen in Westdeutschland und Belgien vom 14. und 15. September 1901. Met. ZS. 19, 399—405, 1902.

Angot. Ueber die Häufigkeit des Regens in Paris. Met. ZS. 19, 9, 428, 1902.

Eduard Hoppe. Regenergiebigkeit unter Fichtenjungwuchs. Wien, 1902. 8°. 20 S. (Mitthlg. d. forstl. Versuchsstation in Mariabrunn.)

Guillermo B. Puga. Consideraciones sobre la distribucion general de las lluvias y en particular en la Republica Mexicana. Mem. de Soc. „Antonio Alzate" Mexico 16, 137—156.

Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen an den Regenstationen der kais. Livländischen Gemeinnützigen u. Oekonomischen Societät für das Jahr 1900 (Dorpat), 1902. 4°. 30 S.

H. Sowerby Wallis and **Hugh Robert Mill.** British Rainfall 1901. On the distribution of rain over the British Isles during the year 1901, observed at about 3500 stations in Great Britain and Ireland, with articles upon various branches of rainfall work. London, E. Stanford, 1902. 8°. 60, 252 S., 7 Taf.

L. Bombicci. Il lavore grandinigeno e la insufficienza dei vorticelli. Padova, 1901. 8°. 31 S.
L. Bombicci. La formazione della grandine dovuta a moti rotatorii? Milano, 1901. 8°. 15 S. S.-A. „L'Elettricita" 1901.
Aug. de Frey. Verglas très épais. Bull. Soc. Vaud. 38, 144, 37, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

Radio-active rain. Month. Weather Rev. 30, 6, 313, 1902.
Die Elektricitätszerstreuung in ultraviolett durchstrahlter Luft. Gaea 38, 468—470.
The Measurement of Electricity in the Air from Balloons. Aeronautical Journ. London 6, 47—48.
Fritz Kudell. Gewitter. Wetter 19, 9, 215, 1902.
A. Stanhope-Eyre. Beobachtungen am Blitzregistrator, Observatorium Uslar. Wetter 19, 9, 214, 1902.
Die Photographie eines Blitzes. C. R. 135, 158, 1902. Ref.: Naturw. Rundsch. 17, 41, 528, 1902.
Apparatus for registering thunderstorms. Month. Weather Rev. 30, 6, 313, 1902.
Lightning Recorder. Month. Weather Rev. 30, 6, 313, 1902.
D. T. Mac Dougal. Effect of Lightning on Trees. Journ. New York Botanical Garden 3, 131—135.
A Peculiar Lightning-shattered Tree. Scientif. American New York 87, 41.
M. u. S. Einfluss von Schiessübungen auf die Gewitterthätigkeit. Gaea 38, 466—468.

2 I. Meteorologische Optik.

G. Sagnac, Chr. Jensen. Court aperçu sur les faits et théories rélatifs à la polarisation atmosphérique. Journ. d. Phys. Paris 1, 448—449.
Vittorio E. Boccara. Sulle variazioni diurne della rifrazione atmosferica. (Secondo contributo.) Mem. della Soc. Spettroscop. Ital. Catania 31, 89—97.
Vittorio E. Boccara. Sulle variazioni diurne della rifrazione atmosferica (secondo contributo). Cim. (5) 4, 192—203, Settembre 1902.
Ad. Stenzel. Selbstleuchtende Nachtwolken. Met. ZS. 19, 9, 425—427, 1902.
Robert De C. Ward. Irisirende Wolken. Met. ZS. 19, 9, 437—438, 1902.
C. Barus. The Sizes of the Water Particles producing the Coronal and the Axial Colours of Cloudy Condensation. Phil. Mag. (6) 4, 24—29.
Otto. Regenbogenerscheinung. Wetter 19, 9, 215—216, 1902.
Halo zu Aachen vom 3. April 1902. Met. ZS. 19, 9, 427—428, 1902.
J. A. Warren. Halos, Parhelic Circles and Contact Circles. Month. Weather Rev. 30, 6, 317, 1902.
Edmund J. Clark. The coloured sunsets. Nature 66, 223.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

Rotch-Hildebrandsson. The circulation of the atmosphere in the tropical and equatorial regions. 8°. 4 S. 2 Taf. S.-A. Month. Weather Rev. 1902. April.
Frank H. Bigelow. Studies on the Statics and Kinematics of the Atmosphere in the United States. Month. Weather Rev. 30, 6, 303—311, 1902.
J. Schneider. Die tägliche Bewegung der Luft über Hamburg. Met. ZS. 19, 9, 393—398, 1902.

2 M. Praktische Meteorologie.

R. Börnstein. Wetterdienst. Wetter 19, 9, 216, 1902.
Grossmann. Zur Frage der Verlegung des wettertelegraphischen Dienstes auf eine frühere Stunde. Wetter 19, 9, 193—196, 1902.

Henri Dufour. Les principes du système téléphonique de prévision du temps dans les cantons de Vaud et Genève. Bull. soc. Vaud. 38, 144, 39, 1902.

D. Wilson-Barker. Clouds and Weather Signs. London (1902). 8°. 31 S. mit zahlreichen Originalwolkenabbildungen. S.-A. „Knowledge".

M. Moreno y Anda. La meteorologia y las predicciones del calendario de Galvin. Mem. de Soc. „Antonio Alzate", Mexico 16, 229—237.

E. B. Garriott. Forecasts and warnings. Month. Weather Rev. 30, 6, 293, 1902.

Congrès international de défense contre la grêle et de l'hybridation de la vigne, tenu à Lyon les 15, 16 et 17 novembre 1901. Lyon, 1902. 8°. 2 Bde. von 532 u. 504 S. mit 1 Tafel.

Zur Geschichte der Schutzmittel wider Hagelschläge. (K. u. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.)

Julius von Jablanczy. Das Hagelschiessen in Niederösterreich 1900/01 (Wien). 1902. 8°. 55 S. 4 Taf.

L. Fischer. „Reifheizen" in Kärnten. Met. ZS. 19, 9, 425, 1902.

Trees as Forecasters of rain. Month. Weather Rev. 30, 6, 315, 1902.

2N. Kosmische Meteorologie.

Norman Lockyer und **William J. S. Lockyer.** Ueber einige Erscheinungen, welche auf eine kurze Periode von Sonnen und meteorologischen Aenderungen schliessen lassen. Proc. Roy. Soc. London, Juni 1902. Met. ZS. 19, 9, 423—425, 1902.

A. Poincaré. Rattachement du mouvement de l'axe de symétrie des écarts barométriques aux situations réelles des syzygies. Annu. soc. mét. de France 50, 170—171, Août 1902.

Manuel E. Tastrana. Informe sobre las observaciones ejecutadas durante el eclipse total del Sol de 28 de Mayo de 1900. Mexico, 1901. 8°. 191 S. mit Tabellen u. 1 Atlas von 43 Tafeln.

W. Ellis. The Moon and Rainfall. (Note on Mr. MacDowall's communication to Symons's Met. Mag.) London, November 1901. Symons' Met. Mag. London 37, 85—87.

2O. Meteorologische Apparate.

2P. Klimatologie.

The Climate of Edinburgh. Scottish. Geogr. Mag. Edinburgh 18, 349—353.

H. Pittier. Climatology of Costa Rica. Month. Weather Rev. 30, 6, 302, 1902.

Commissão Geographica e Geologica de São Paulo. Secção meteorologica. Davos climatologicos do anno de 1901. São Paulo, 1902. 8°. 143 S. 7 Tafeln.

F. M. Draenert. Weitere Beiträge zum Höhenklima des Staates Minas-Geraes, Brasilien. Met. ZS. 19, 9, 406—423, 1902.

Curtis J. Lyons. Hawaiian Climatological Data. Month. Weather Rev. 30, 6, 302—303, 1902.

3. Geophysik.

3A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3B. Theorien der Erdbildung.

3C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Francoeur. Géodésie au Traité de la figure de la terre, 8e édit. nouveau tirage, 11 pl. in 8°. Gauthier-Villars.

K. R. Koch. Relative Schweremessungen, ausgeführt im Auftrage des Kgl. Ministeriums des Kirchen- u. Schulwesens. II. Messungen auf zehn Stationen des Pariser Parallel (Bopfingen, Aalen, Unterbövingen, Lorch, Schorndorf, Cannstatt, Leonberg, Heimsheim, Liebenzell, Herrenalb). Ein Hypsometer mit elektrischer Temperaturmessung. S.-A. aus d. Jahresheften d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg. Jahrgang 1903. Veröffentlichung d. Kgl. Württembergischen Commission für die internationale Erdmessung. Stuttgart, 1902.

Adolf Marcuse. Ergebnisse der Polhöhenbestimmungen in Berlin, ausgeführt in den Jahren 1889, 1890 und 1891, am Universal-Transet der kgl. Sternwarte. Berlin, 1902.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

Lyman J. Briggs. Ground temperature observations at St. Ignatius College, Cleveland, Ohio. Month. Weather Rev. **30**, 6, 301, 1902.

D. F. MacDougal. The Temperature of the Soil. J. New York Botanical Garden **3**, 125—131.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

The Atmosphere in the neighbourhood of Vesuvius. (Note on paper by G. Melander.) Geogr. Journ. London **20**, 100.

P. W. L'éruption de la montagne Pelée à la Martinique. Ciel et Terre, Bruxelles **22**, 207—209.

E. André. The volcanic eruption at St. Vincent. Geogr. Journ. London **20**, 60—68.

H. N. Dickson. The eruptions in Martinique and St. Vincent. Geogr. Journ. London **20**, 49—60.

Die vulkanischen Eruptionen auf Martinique und St. Vincent. Gaea **38**, 449—466.

Rob. Hill. Report on the volcanic disturbances in the West Indies. The Nacional Geogr. Mag. **13**, Nr. 7, 1902.

Israel Russel. The recent volcanic eruptions in the West Indies. The Nacional Geogr. Mag. **13**, Nr. 7, 1902.

Emil Deckert. Die westindische Vulcankatastrophe und ihre Schauplätze. ZS. d. Ges. f. Erdk. Berlin Nr. 5, 1902.

A. Issel. A proposito del recente disastro delle Antille, proposta e voti. Atti Soc. linguistica di scienze naturali e geografiche **13**, **2**, 1902.

A. Lacroix. Les enclaves des andésites de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée. C. R. **135**, 12, 470—472, 1902.

De Montessus. Les manifestations volcaniques et sismiques dans les Antilles. Revue générale des Sciences pures et appliquées **13**, 14, 669, 1902.

A. Wichmann. Der Vulcan der Insel Una Una (Nanguna) im Busen von Tomini, Celebes. ZS. d. deutsch. geol. Ges. 144—158, 1902.

8 F. Erdbeben.

F. M. Bernard. Erdbebenstudien des Grafen de Montessus de Ballore. Laibach, 1902. 1 fasc. in 8°.

Anast. K. Christomanos L'île de Somathrace et le tremblement de terre du 28 janvier (9 février) 1893. Athènes, 1899. 1 fasc. in-8°.

Christomanos. Le tremblement de terre de Salorique. C. R. **135**, 13, 515—516, 1902.

Emil Deckert. Die Erdbebenherde und Schüttergebiete in Nordamerika in ihren Beziehungen zu den morphologischen Verhältnissen. ZS. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

M. Prager. Praktische Anleitung zur Bestimmung der Deviation. Hamburg, Eckardt u. Messtorf, 1902. 8°. 56 S. 1 Taf.

Charles E. Benham. William Gilbert of Colchester. A sketch of his magnetic philosophy. Colchester, 1902. 8⁰. 2 Bl. 96 S. 4 Bl.

Paul L. Mercanton. L'application, sur les vases lacustres du Musée cantonal vaudois, de la méthode de détermination de l'inclinaison magnétique de l'antiquité, décrite par M. G. Folgheraiter. Proc. Verb. Soc. Vaud. 7, 5, 1902. Bull. Soc. Vaud. 38, 144, 44, 1902.

Wilhelm von Bezold. Veröffentlichungen des königl. preussischen meteorologischen Institutes. Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1900. 2. Heft (43 S. mit 4 Taf.). gr. 4°. Berlin, A. Asher u. Co., 1902.

Captain **H. D. Lyons.** Magnetic Observations in Egypt 1893—1901. Proc. Roy. Soc. 71, 467, 1—25, 1902.

L. A. Bauer. Magnetic work of the United States Coast and Geodetic Survey planned for July 1. 1902, to June 30, 1903. Science 15, 405, 555—556, 1902.

C. Chree. Arctic Magnetic Observations. Nature 66, 227—228.

Charles Nordmann. Ueber die Ursache der jährlichen Periode der Polarlichter. C. R. 134, 13, 750, 1902. Ref.: Met. ZS. 19, 9, 436—437, 1902.

G. Hellmann. Katalog der in Norwegen bis Juni 1878 beobachteten Nordlichter, zusammengestellt von Sophus Tromholt. Nach dem Tode des Verfassers auf Kosten der „Videnskabsselskabet i Kristiania" und des „Fridtjof Nansens Fond" herausgegeben von J. Fr. Schroetter, Observator, Kristiania, in Commission bei F. Dybwad, 1902. 4°. 23, 422 S. Met. ZS. 19, 9, 438—439, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

Carl Ochsenius. Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther. Berlin, 1900. Centrbl. f. Min., Geol. u. Paläont. Nr. 19, 577—590, 1902.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Robert De C. Ward. The Mexican Belt of Calms. (Note of James Page on the Pilot Charts of the North Pacific Ocean for April.) Bull. Amer. Geogr. Soc. New York 34, 241—242.

G. Schott. Neue Tiefseelothungen im Atlantischen und Indischen Ocean. Ann. d. Hydr. 30, 10, 487—492, 1902.

Oceanographical Investigations in South African waters. Nature 66, 260.

Sea temperature and shore climate. Month. Weather Rev. 30, 6, 314—315, 1902.

Flaschenposten. Ann. d. Hydr. 30, 10, 500—501, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Edmond Maillet. Résumé des observations centralisées par le service hydrométrique du bassin de la Seine pendant l'année 1900. Ann. soc. mét. de France 50, 145—168, Août 1902.

Forel. La coloration des eaux du pert de Morges. Proc. Verb. Soc. Vaud. 2, 4, 1902. Bull. Soc. Vaud. 38, 144, 37, 1902.

E. Witte. Zur Theorie der Stromkabbelung. Gaea 38, 484—487.

R. A. Harris. Note on the oscillation period of Lake Erie. Month. Weather Rev. 30, 6, 312, 1902.

H. Gravelius. Zur Kenntniss der Seiches des Eriesees. ZS. f. Gewässerk. Leipzig 5, 43—51.

Wilhelm Halbfass. Stehende Seespiegelschwankungen (Seiches) im Madüsee in Pommern. ZS. f. Gewässerk. Leipzig 5, 15—38.

30. Eis, Gletscher, Eiszeit.

S. Finsterwalder et **E. Muret.** Les variations périodiques des glaciers. VIIme Rapport 1901, rédigé au nom de la Commission internationale des glaciers. Arch. sc. phys. et nat. 107, 9, 282—302, 1902.

Constant Dutoit et **Paul L. Mercanton.** Forages dans la masse d'un glacier. Proc. Verb. Soc. Vaud. 5, 3, 1902. Bull. Soc. Vaud. 38, 144, 26, 1902.

R. Hauthal. Quatre photographies des troupes de pénitents de neige des Cordillières de la République Argentine. Proc. Verb. Soc. Vaud. 7, 5, 1902. Bull. Soc. Vaud. 38, 144, 42—43, 1902.

Rud. Credner. Das Eiszeit-Problem. Wesen und Verlauf der diluvialen Eiszeit. Ein Vortrag (16 S.). gr. 8°. Greifswald, J. Abel, 1902.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik
Richard Assmann — Kosmische Physik

I. Jahrg. **30. November 1902.** **Nr. 22.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 22 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 5. bis 19. November 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

E. Drincourt. Cours de physique, rédigé conformement aux nouveaux programmes (31 mai 1902) (enseignement secondaire, classe de seconde, sections C et D et sections A et B. X u. 310 S. Paris, libr. Colin, 1902.

C. Haraucourt. Physique et Chimie, à l'usage des élèves de la classe de troisième. 468 S. Paris, libr. André fils, 1902.

C. Haraucourt. Physique et Chimie, à l'usage des élèves de la classe de quatrième. 447 S. Paris, libr. André fils, 1902.

H. Lorenz. Lehrbuch der technischen Physik. 1. Technische Mechanik starrer Systeme. XXIV u. 625 S. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1902.

W. Natanson. Populäre Physik. Aus dem Polnischen ins Russische übersetzt von A. R. 170 S. St. Petersburg, 1901.

Eduard Riecke. Lehrbuch der Physik zu eigenem Studium und zum Gebrauche bei Vorlesungen. 2. Magnetismus. Elektricität. Wärme. 2. Aufl. XII u. 666 S. Leipzig, Veit u. Co., 1902.

H. Zwick. Elemente der Experimentalphysik. 38 u. 519 S. Berlin, 1902.

Herm. Grassmann's gesammelte mathematische und physikalische Werke. Auf Veranlassung der mathematisch-physikalischen Classe der kgl. sächs. Ges. d. Wiss. herausgeg. von Frdr. Engel, 2 (2). Die Abhandlungen zur Mechanik und zur mathematischen Physik. Herausgeg. von Jac. Lüroth und Frdr. Engel. VIII u. 266 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1902.

L. Koenigsberger. Hermann v. Helmholtz. 1, XI und 375 S. Braunschweig, Verlag von Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902.

Alfred Dove. Heinrich Wilhelm Dove. Ein Lebensumriss für die Allgemeine Deutsche Biographie, Band 48 verfasst. 18 S. Leipzig, Duncker u. Humblot, 1902.

Riccardo Felici †. 5. Jahresvers. d. Italien. Phys. Ges. [Phys. ZS. 4, 142—143, 1902.

F. Burckhardt. Zur Geschichte des Thermometers. Berichtigungen und Ergänzungen. 22 S. Basel, 1902.

Robert Weber. Ruhmkorff ou Rühmkorff? 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 373, 1902.

A. Kirschmann. Die Dimensionen des Raumes. Eine kritische Studie, 112 S. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1902.

1b. Maass und Messen.

Emmanuel Czuber. Probabilités et Moyennes géométriques. XII u. 244 S. Paris, A. Hermann, 1902.

Emmanuel Czuber. Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statistik und Lebensversicherung. 1. Hälfte. 304 S. aus B. G. Teubner's Samml. v. Lehrb. a. d. Geb. d. Math. Wiss. 9, 1. Leipzig. B. G. Teubner, 1902.

Pierre Simon, Marquis de Laplace. Philosophical Essay on Probabilities. Translated from the sixth French Edition by Frederick Wilson Truscott and Frederick Lincoln Emery IV u. 196 S. New York, John Wiley and Sons; London, Chapman and Hall, Ltd., 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

A. Gawalowski. Platinirte Aluminiumgeräthe. ZS. f. anal. Chem. 41, 618—619, 1902.

Gefässe aus geschmolzenem Quarz. ZS. f. Elektrochem. 8, 861—862, 1902.

M. Vèzes und **J. Labatut.** Apparat zur Darstellung von reinem Wasserstoff. ZS. f. anorg. Chem. 32, 464—468, 1902.

J. Elster und **H. Geitel.** Ueber transportable Apparate zur Bestimmung der Radioactivität der natürlichen Luft. Phys. ZS. 4, 138—140, 1902.

G. Seibt. Neue Vorlesungsversuche über schnelle elektrische Schwingungen. Phys. ZS. 4, 142, 1902.

J. Elster und **H. Geitel.** Ueber eine Verbesserung der Ablesung am Exner'schen Elektroskop. Phys. ZS. 4, 137—138, 1902.

Gebr. Fentzloff. Ein neuer Schieberwiderstand. Phys. ZS. 4, 151, 1902.

2. Dichte.

J. Kanonnikow. Ueber die wahre Dichte chemischer Verbindungen und ihr Verhältniss zu deren Zusammensetzung und Bau. VI. Chem. Theil. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 575—605, 1902.

Frank B. Jewett. A new Method of determing the Vapour-Density of Metallic Vapours, and an Experimental Application to the Cases of Sodium and Mercury. Phil. Mag. (6) 4, 546—554, 1902.

3. Physikalische Chemie.

Louis Kahlenberg. Physical Chemistry. Report of census committee. Anniv. Numb. of the Amer. Chem. Soc. 1901, 117—120.

H. V. Ridout. On the size of atoms. Phys. Soc. London, October 31, 1902. [Nature 67, 45, 1902.

H. Erdmann und **M. v. Unruh.** Ueber gelbes Arsen. ZS. f. anorg. Chem. 32, 437—452, 1902.

J. J. Kanonnikoff. Ueber die wahre Dichte chemischer Verbindungen und ihre Beziehung zu deren Zusammensetzung und Bau. Journ. russ. phys.-chem. Ges. 34, 575—597, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 1237.

W. M. Watts. On the Existence of a Relationship between the Spectra of some Elements and the Squares of their Atomic Weights. Phys. Soc. October 31, 1902. [Chem. News 86, 231, 1902. [Nature 67, 45, 1902.

H. Erdmann und **M. v. Unruh.** Moleculargewichtsbestimmung fester und flüssiger Körper im Weinhold'schen Vacuumgefäss. ZS. f. anorg. Chem. 32, 413—424, 1902.

H. Erdmann. Notiz über Bestimmung von Dampfdichten unter vermindertem Druck. ZS. f. anorg. Chem. 32, 425—430, 1902.

L. W. Andrews. On a Method for the Determination of Very Small Vapor-Tension in Certain Circumstances. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 864—865, 1902.

H. Erdmann. Ueber das Wesen des metallischen Zustandes. ZS. f. anorg. Chem. 32, 404—406, 1902.

J. A. Mathews. Metallic Conduction and the Constitution of Alloys. Electr. World and Engin. 40, 531—533, 1902.

Billitzer. Ueber colloidale Metalle. 74. Vers. D. Naturf. und Aerzte in Karlsbad 1902. [Naturw. Rundsch. 17, 582, 1902.

H. W. Bakhuis Roozeboom. Eene ruimte voorstelling van de gebieden der phasen en hunner komplexen in stelsels van twee komponenten, waarin deze beide uitsluitend als vaste phasen optreden. Versl. Amsterdam 1902, 276—290.

H. W. Bakhuis Roozeboom. Over phasenevenwichten in het stelsel acetaldehyd + paraldehyd met en zonder moleculaire transformatie. Versl. Amsterdam 1902, 280—284.

J. D. van der Waals. Over de voorwaarden vor het bestaan eener minimum kritische temperatuur bij een ternair stelsel. Versl. Amsterdam 1902, 285—295.

M. v. Unruh. Einige Constanten des Schwefelkohlenstoffs. ZS. f. anorg. Chem. 32, 407—412, 1902.

W. Ramsay. Les gaz inertes de l'atmosphère. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 334—335, 1902.

3a. Krystallographie.

C. Viola. Détermination des trois paramètres optiques principaux d'un cristal. Bull. soc. min. 25, 147—154, 1902.

E. v. Fedorow. Zonale Krystallographie und Theorie der Krystallstructur. ZS. f. Kryst. 37, 22—49, 1902.

H. Dufet. Notices cristallographiques. Bull. soc. min. 25, 125—147, 1902.

Ernest A. Lewis. The microstructure of zinc and the effect of small amounts of impurity on it. Chem. News 86, 211, 1902.

W. Voigt. Nature des vibrations transmises dans les cristaux pléochroïques. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 353—356, 1902.

A. Johnsen. Quarzzwilling nach *P* 2 von Annaberg i. S. Centralbl. f. Min. 1902, 649—651.

G. Tammann. Ueber die Beziehungen zwischen dem krystallinischen und dem flüssigen Zustande. Phys. Theil. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 67—153, 1902.

G. Wulff. Ein Beitrag zur Theodolithmethode. ZS. f. Kryst. 37, 50—56, 1902.

4. Mechanik.

W. W. E. Pullen. Mechanics: Theoretical, Applied, and Experimental. 390 S. London, Longmans, 1902.

Roderich Zelts. Untersuchungen über die Bahncurven eines schweren Punktes auf einem elliptischen oder hyperbolischen Paraboloid mit verticaler Hauptaxe. 58 S. Diss. Halle, 1901.

G. Lery. Ueber die Bewegungen, bei denen mehrere Centren der Flächen vorhanden sind. Nouv. ann. d. math. (4) 2, 97—111, 1902. [Beibl. 26, 1006, 1902.

Ch. Méray. Ueber die Verrückung einer starren Figur. Nouv. ann. d. math. (4) **2**, 17—25, 1902. [Beibl. **26**, 1002, 1902.
Paul J. Suchar. Sur un exemple de transformation corrélative en Mécanique. C. R. **135**, 679—682, 1902.
D. Seiliger. Studien zur Dynamik eines Systems. Gelehrte Abh. d. Univ. zu Kasan vom **7/8**, 83—142; **9**, 51—78, 1901. [Beibl. **26**, 1003, 1902.
D. Seiliger. Ueber einen Fundamentalsatz aus der Statik eines ähnlichveränderlichen Systems. Gelehrte Abh. d. K. Univ. zu Kasan **7/8**, 75—82, 1901. [Beibl. **26**, 1002—1003, 1902.
Cam. Alessandri. Potenziale nei campi di forze newtoniane. 29 S. Bergamo, Ist. ital. d'arti grafiche 1902.
A. G. Greenhill. Das einfache Pendel ohne Approximationen. Nouv. ann. d. math. (4) **2**, 241—247, 1902. [Beibl. **26**, 1009—1010, 1902.
C. Maltézos. Ueber den Fall der Körper im leeren Raume und über gewisse transcendente Functionen. Nouv. ann. d. math. (4) **2**, 197—204, 1902. [Beibl. **26**, 1010, 1902.
P. J. Suchar. Ueber ein durch die Betrachtung des Hodographen bestimmtes Gesetz einer Centralkraft. Nouv. ann. d. math. (4) **2**, 123—127, 1902. [Beibl. **26**, 1004, 1902.
J. Andrade. L'effet d'inertie du spiral cylindrique Phillips. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 342—344, 1902.
Haton de la Goupillière. Sur le problème des brachistochrones. C. R. **135**, 614—618, 1902.
Haton de la Goupillière. Quelques cas d'intégration de l'équation des brachistochrones. C. R. **135**, 657—662, 1902.
J. Réveille. Note über ein Gelenksystem. Nouv. ann. d. math. (4) **2**, 127—132, 1902. [Beibl. **26**, 1002, 1902.
R. M. Milne. Curvature of Wheel Spokes in Photographs. Nature **67**, 8, 1902.

5. Hydromechanik.

G. Schülen. Stabiles Gleichgewicht schwimmender Körper. ZS. f. math. u. naturw. Unt. **33**, 356—363, 1902.
E. Scheeffer. Gleichgewicht und Stabilität eines schwimmenden homogenen Würfels. S.-A., Schriften Naturf. Ges. Danzig (N. F.) **10**, 97—123, 1902.
Fr. Ahlborn. Ueber den Mechanismus des Hydrodynamischen Widerstandes. S.-A. Abh. a. d. Geb. d. Naturw., herausgeg. v. Naturw. Ver. Hamburg. **17**, 59 S. 1902.

6. Aeromechanik.

Gustav Suschnig. Neue Experimente mit Wirbelringen. Wien. Ber. **111** [2a], 830—845, 1902.
A. Langen. Untersuchungen über die Drucke, welche bei Explosionen von Wasserstoff und Kohlenoxyd in geschlossenen Gefässen auftreten. 50 S. Diss. Rostock 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

L. De La Rive. Propagation d'un allongement continu dans un fil élastique. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 368—369, 1902.
P. Appell. Ueber die Ausdrücke der Spannungen als Function der Deformationen in einem homogenen und isotropen elastischen Medium. Nouv. ann. d. math. (4) **2**, 193—197, 1902. [Beibl. **26**, 1015—1016, 1902.
James Muir. On Changes in Elastic Properties produced by the sudden Cooling or „Quenching“ of metals. Proc. Roy. Soc. **71**, 80—91, 1902.
J. A. Ewing and **J. C. W. Humphrey.** The Fracture of Metals under repeated Alternations of Stress. Proc. Roy. Soc. **71**, 79, 1902.
K. Honda, S. Shimizu and **S. Kusakabe.** Change of the Modulus of Elasti-

city in Ferro-magnetic Substances by Magnetization. Journ. Coll. of Sc. of Tokyo **16**, Art. 12, 19 S. 1902. Phil. Mag. (6) **4**, 587—546, 1902.

K. Honda, S. Shimizu and S. Kusakabe. Change of the Modulus of Rigidity in Ferromagnetic Substances by Magnetization. Journ. Coll. of Sc. of Tokyo **16**, Art. 13, 14 S., 1902.

F. Beaulard. Sur les paramètres élastiques des fils de soie. C. R. **135**, 623—626, 1902.

V. Crémieu. Précautions à prendre pour l'emploi des fils de cocon comme fils de torsion. C. R. **135**, 682—684, 1902.

Ernst Scholz. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Torsionsnachwirkung. 32 S. Diss. Bonn, 1902.

Cardani. Ueber die directe Bestimmung des Poisson'schen Coëfficienten an Drähten. 5. Jahresvers. d. Italien. Phys. Ges. [Phys. ZS. **4**, 144, 1902.

7b. Capillarität.

G. Quincke. Die Oberflächenspannung an der Grenze wässeriger Colloidlösungen von verschiedener Concentration. Ann. d. Phys. (4) **9**, 793—836, 1902.

Agnes Pockels. Bemerkung zu der Mittheilung des Herrn Leo Grunmach, Neue experimentelle Bestimmungen der Oberflächenspannung etc. Phys. ZS. **4**, 132, 1902.

Ph. A. Guye et **F. Louis Perrot.** Sur la formation des gouttes liquides et les lois de Tate. C. R. **135**, 621—623, 1902.

Gerrit Bakker. Interprétation des expériences de MM. Leduc et Sacerdote sur la cohésion des liquides. Journ. de Phys. (4) **1**, 716—719, 1902.

7c. Lösungen.

H. Riesenfeld. Ueber das Lösungsvermögen von Salzlösungen für Ammoniak nach Messungen seines Partialdruckes. Beitrag zur Theorie des Lösungsvorganges. 31 S. Breslau, 1902.

C. Pomeranz. Ueber die Löslichkeit der Salze optisch-activer einbasischer Säuren. Monatsh. f. Chem. **23**, 747—750, 1902.

O. Kausch. Die Zerlegung von Gasgemischen in ihre Bestandtheile. ZS. f. compr. u. flüss. Gase **6**, 100—102, 1902.

J. H. van 't Hoff. Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XXVIII. Die künstliche Darstellung von Kaliborit. Berl. Ber. 1902, 1008—1012.

J. A. Cunningham. On an Attempt to detect the Ionisation of Solutions by the action of Light and Röntgen Rays. Proc. Cambr. Phil. Soc. **11**, 431—433, 1902.

7d. Diffusion.

M. Thiesen. Zur Theorie der Diffusion. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 348—360, 1902.

A. Thiel und **F. Abegg.** Ueber Tropfenbildung bei Rauch. Phys. ZS. **4**, 129—132, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

Edward Wheeler Scripture. The Elements of Experimental Phonetics. XVI und 627 S. Charles Scribner's Sons.

Righi. Die akustischen Erscheinungen der Condensatoren. 5. Jahresvers. der Italien. Phys. Ges. [Phys. ZS. **4**, 147, 1902.

K. E. Guthe. The singing and the speaking arc lights. School Science, S. A. 6 S., 1902.

W. Mitkiewicz. Verwendung eines Aluminiumcondensators für den singenden Voltabogen. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 229—232, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

D. Goldhammer. Die modernen Anschauungen über Magnetisirung des Lichtes. Phys. Theil. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 255—306, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

P. V. Bevan. Reflexion and transmission of Light by a charged Metal Surface. Proc. Cambr. Phil Soc. **11**, 438—444, 1902.

Clive Cuthbertson. Refractivities of the Elements. Nature **67**, 32, 1902.

K. Strehl. Plaudereien über optische Abbildung. Centralztg. f. Opt. u. Mech. **23**, 181—183, 193—194, 1902.

Miss A. Everett. Photographs of Cross-Sections of Hollow Pencils formed by Oblique Transmission through an Annulus of a Lens. Phys. Soc. October 31, 1902. [Chem. News **86**, 231, 1902. [Nature **67**, 46, 1902.

Arthur Kerber. Beitrag zur Theorie der Anastigmat-Linsen. Der Mechaniker **10**, 241 – 242, 1902.

Bruno Wiebering. Beiträge zur Theorie des Astigmatismus dioptrischer Anamorphosen. 39 S. Diss. Rostock, 1902.

J. Rheinberg. The common Basis of the Theories of microscopic Vision, treated without the aid of mathematical Formulae. 35 S. Leipzig, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

W. M. Watts. On the Existence of a Relationship between the Spectra of some Elements and the Squares of their Atomic Weights. Phys. Soc., 31. Oct., 1902. [Chem. News **86**, 231, 1902.

August Hagenbach. Ueber das Lithiumspectrum. Ann. d. Phys. (4) **9**, 729—741, 1902.

A. Hagenbach. Spectre du lithium. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 378—380, 1902.

R. W. Wood. The Clayden Effect and Reversal of Spectrum Lines. Phil. Mag. (6) **4**, 606—607, 1902.

O. Kämpfe. Gefärbte Flammen und ihre spectroskopische Beobachtung. 77 S. Leipzig, 1902.

H. Konen. Ein Beitrag zur Kenntniss spectroskopischer Methoden. Ann. d. Phys. (4) **9**, 742—780, 1902.

G. Melander. Ueber die Absorption der Atmosphäre. Meteorol. ZS. **19**, 468—470, 1902.

13. Photometrie.

Hugo Krüss. Apparate zur Bestimmung der Flächenhelligkeit. S.-A. Journ. f. Gasbel. **45**, 14 S., 1902.

Henri Dufour. Mesures photométriques faites dans une salle dont les fenêtres étaient munies de verres divers. 85 Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 370—372, 1902.

J. I. D. Hinds and **M. L. Cullum.** Photometrie Determination of Iron. Journ. Amer. Chem. Soc. **24**, 848—852, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Hans Lehmann. Zur Demonstration der Fluorescenz. Ann. d. Phys. (4) **9**, 964—966, 1902.

K. A. Hofmann. Die radioactiven Stoffe nach dem gegenwärtigen Stande der wissenschaftlichen Erkenntniss. Leipzig, J. A. Barth, 1902.

F. Giesel. Ueber Radium und radioactive Stoffe. Chem. Ber. 35, 3608—3611, 1902.

Markwald. Ueber das radioactive Wismuth (Polonium) mit Demonstrationen. 74. Vers. D. Naturf. u. Aerzte in Karlsbad 1902. [Natw. Rdsch. 17, 582, 1902.

J. J. Thomson. On Induced Radio-activity. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11, 504, 1902.

E. Rutherford and **F. Soddy.** The Cause and Nature of Radioactivity. Part II. Phil. Mag. (6) 4, 569—585, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

A. Cotton. Sur les ondes lumineuses stationnaires. Journ. de Phys. (4) 1, 689—708, 1902.

15b. Drehung und Polarisationsebene.

L. Tschugajew. Ueber die optische Activität organischer Verbindungen. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 606—622, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

L. N. G. Filon. On the variation with the wave-length of the double refraction in strained glass. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11, 478—492, 1902.

P. Gaubert. Sur les bandes biréfringentes provoquées par la pression, avec rupture des faces, sur les cristaux cubiques. Bull. soc. min. 25, 154—155, 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Giacomo Ciamician und **P. Silber.** Chemische Lichtwirkungen. Chem. Ber. 35, 3593—3598, 1902.

Panzer. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Oxydation von Arsen an feuchter Luft. 74. Vers. D. Naturf. u. Aerzte Karlsbad 1902. [ZS. f. Elektrochem. 8, 867, 1902.

J. A. Cunningham. On an Attempt to detect the Jonisation of Solutions by the action of Light and Röntgen Rays. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11, 431—433, 1902.

17. Physiologische Optik.

G. Martius. Ueber die Dauer der Lichtempfindungen. Beiträge zur Psychologie und Philosophie, herausgegeben von G. Martius. 1, 275—367. Leipzig, W. Engelmann, 1902.

H. Magnus. Farbentafel zur methodischen Erziehung des Farbensinnes. 2. Aufl. Breslau, 1902.

Plettenberg. Geometrisch-optische Täuschungen, dargestellt in ihren Erklärungsversuchen. 20 S. Magdeburg, 1902.

C. S. Sherrington. Observations on „Flicker" in Binocular Vision. Proc. Roy. Soc. 71, 71—76, 1902.

A. Klimovitsch. Dispersionsänderungen des Auges bei der Accommodation. 49 S. Diss. St. Petersburg, 1902 (russ.).

Alfred Lohmann. Ueber binoculare Farbenmischung. 19 S. Diss. Marburg, 1902.

O. Hecker. Ueber plastisches Sehen mit Doppelfernrohren. Prometheus 14, 60—61, 1902.

18. Optische Apparate.

H. Krüss. Stereoskope für grosse Bilder. Centralztg. f. Opt. u. Mech. 23, 183—185, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

Lussana. Ueber die thermischen Eigenschaften der festen Körper und der Flüssigkeiten. 5. Jahresvers. d. Italien. Phys. Ges. [Phys. ZS. 4, 143, 1902.

Traube. Beitrag zur Theorie von van der Waals. 74. Vers. D. Naturf. u. Aerzte in Karlsbad 1902. [Natw. Rdsch. 17, 582, 1902.

J. E. Verschaffelt. Bijdrage tot de kennis van het ψ-vlak van van der Waals. VII. De toestandsvergelijking en het ψ-vlak in de onmidellijke nabijheid van den kritischen toestand voor binaire mengsels met eene kleine hoeveelheid van een der bestanddeelen. Versl. Amsterdam 1902, 328—342.

Raoul Pictet. Théorie de la machine Linde. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 369, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

J. H. Jeans. On the Conditions necessary for Equipartition of Energy. Phil. Mag. (6) 4, 585—596, 1902.

Gustav Jäger. Der innere Druck, die innere Reibung, die Grösse der Molekeln und deren mittlere Weglänge bei Flüssigkeiten. Wien. Ber. 111 [2a], 697—706, 1902.

Peter Fireman. The expansion of a gas into a vacuum and the kinetic theory of gases. Science (N. S.) 16, 705—706, 1902.

Felix M. Exner. Ueber den Gleichgewichtszustand eines schweren Gases. Ann. d. Phys. (4) 9, 967—968, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

Sadi Carnot. Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance. Réimpression facsimilé conforme à l'édition originaire de 1824, 116 S. Im Anhang: Lettre à M. le Président et à MM. les Membres de l'académie des sciences. IV S. Paris, Libraire scientifique A. Hermann, 1903.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

Karl Scheel. Die Wärmeausdehnung des Quarzes in Richtung der Hauptaxe. Ann. d. Phys. (4) 9, 837—853, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

F. W. Clarke. A Thermochemical Constant. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 882—893, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

O. Boudouard. Alloys of Cadmium and Magnesium. Chem. News 86, 239—240, 1902.

Th. C. Hebb. Ueber eine Bestimmung der Erniedrigungsconstanten des Gefrierpunktes für Elektrolyte. Elektrochem. ZS. 9, 169—175, 1902.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

Frank B. Jewett. A new Method of determining the Vapour-Density of Metallic Vapours, and an Experimental Application to the Cases of Sodium and Mercury. Phil. Mag. (6) 4, 546—554, 1902.

A. Jaquerod, M. W. Travers et W. Senter. Tensions de vapeur de l'oxygène liquide au-dessous de son point d'ébullition. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 401—403, 1902.

Lord Rayleigh. On the Distillation of Binary Mixtures. Phil. Mag. (6) 4, 521—537, 1902.

E. Mathias. Herstellung und wichtigste Anwendungen verflüssigter Gase. Westn. opit. fisik. 1902 [1] 241—247, 265—269; [2] 32—37, 55—60.

23. Calorimetrie.

Gray. The variable and absolute specific heat of water. Proc. Inst. Civ. Eng. 1, 347, 1902.

Longuinine. Une étuve électrique pour calorimétrie. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4), 14, 365—367, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24 a. Wärmeleitung.

24 b. Wärmestrahlung.

W. Michelson. Uebersicht der neuesten Untersuchungen über die Thermodynamik der strahlenden Energie. Phys. Theil. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 155—207, 1902.

J. T. Bottomley. On Radiation of Heat and Light from Heated Solid Bodies. Phil. Mag. (6) 4, 560—568, 1902.

Paul Compan. Essai sur le pouvoir refroidissant de l'air et sur les lois du rayonnement. Journ. de Phys. (4) 1, 708—715, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Schumann. Moderne Elektricitätslehre in elementarer Behandlung. Ins Russische übersetzt von N. Dershawin. 236 S. St. Petersburg, 1902.

W. Lebedinski. Die Fortschritte der modernen Elektricitätslehre. Journ. „Elektritschestwo" 1902, 113—119 (russ.).

W. Biscan. Was ist Elektricität? Studie über das Wesen der Elektricität und deren causalen Zusammenhang mit den übrigen Naturkräften. 80 S. Leipzig, 1902.

Paul Blaschke. Wörterbuch der Elektrotechnik in drei Sprachen. 3. Englisch—Deutsch—Französisch. 226 S. Leipzig, Verlag von S. Hirzel, 1902.

E. Carvallo. L'Électricité déduite de l'Expérience et ramenée au principe des travaux virtuels. Scientia Nr. 19. 87 S. Paris, 1902.

N. Hesehus. Ueber die Beziehung zwischen der Elektricitätsmenge und Entropie. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 325—329, 1902.

Oliver Heaviside. The Waste of Energy from a Moving Electron. Nature, 67, 6—8, 1902.

Ed. Riecke. Champ des électrons en mouvement. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 369—370, 1902.

H. A. Lorentz. De grondvergelijkingen voor elektromagnetische verschijnselen in ponderabele lichamen, afgeleid uit de electronentheorie. Versl. Amsterdam 1902, 305—318.

H. V. Ridout. The Size of Atoms. Phys. Soc. London, October 31, 1902. [Chem. News 86, 231, 1902.

G. Picciati. La teoria di Hertz applicata alla determinazione del campo elettromagnetico generato dalla traslazione uniforme d'una carica elettrica



parallelamente ad un piano conduttore indefinito. Lincei Rend. (5) 11 [2], 221—229, 1902.

H. M. Macdonald. Electric waves. XIII u. 200 S. Cambridge, University Press, 1902.

J. de Kowalski. L'Amortissement des oscillations électriques. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 390—391, 1902.

Henry A. Bumstead. On the Reflexion of Electric Waves at the Free End of a Parallel Wire System. Sill. Journ. (4) 14, 359—362, 1902.

L. Zehnder. Zur Demonstration elektrischer Schwingungen. Ann. d. Phys. (4) 9, 899—918, 1902.

F. J. Jervis-Smith. A telephonic detector of Hertz waves. Electrician 50, 111, 1902.

Adolf Prasch. Die Telegraphie ohne Draht. XV u. 268 S. Wien, A. Hartleben, 1902.

Ernst Ruhmer. Die Fortschritte der drahtlosen Telegraphie. Der Mechaniker 10, 244—245, 1902.

E. Ruhmer. Das Selen und seine Bedeutung für die Elektrotechnik, mit besonderer Berücksichtigung der drahtlosen Telephonie. 57 S. Berlin, 1902.

N. Bugakow. Zur Theorie des ebenen Condensators. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 315—323, 1902.

N. Bulgakow. Berechnung der Capacität des A. S. Popow'schen Vibrators. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 209—222, 1902.

W. Schmidt. Bestimmung der Dielektricitätsconstanten von Krystallen mit elektrischen Wellen. Ann. d. Phys. (4) 9, 919—937, 1902.

Jean Billitzer. Eine einfache Methode zur directen Bestimmung von Dielektricitätsconstanten. Wien. Ber. 111 [2a], 814—822, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

Theodor Wulf. Beiträge zur Kenntniss der lichtelektrischen Wirkung. Ann. d. Phys. (4) 9, 946—963, 1902.

E. von Schweidler. Untersuchungen über den photoelektrischen Strom in Kaliumzellen. Phys. ZS. 4, 136—137, 1902.

Ch. Soret. Observations sur la sensibilité radiophonique de chlorure d'argent. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 372, 1902.

W. Mitkiewicz. Ueber die elektromotorische Gegenkraft des Voltabogens. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 223—228, 1902.

Peter Paul Koch. Ueber eine neue Methode zur Untersuchung auf Pyroelektricität. 44 S. Diss. München, 1902.

S. Lemström. Ueber die elektrischen Ströme der Luft. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 307—314, 1902.

Julius Bernstein. Untersuchungen zur Thermodynamik der bioelektrischen Ströme. Erster Theil. Arch. f. d. ges. Physiol. 92, 521—562, 1902.

27. Elektrostatik.

28. Batterieentladung.

Battelli und L. Magri. Ueber oscillatorische Entladungen. 5. Jahresvers. d. Italien. Phys. Ges. [Phys. ZS. 4, 144—145, 1902.

N. Mischkin. Elektricitätsströmung im Felde einer elektrisirten Spitze und Einwirkung derselben auf Dielektrica. 88 S. Warschau, 1901 (russ.).

E. Warburg. Ueber die Bildung des Ozons bei der Spitzenentladung in Sauerstoff. Ann. d. Phys. (4) 9, 781—792, 1902.

29. Galvanische Ketten.

Ponsot. Force électromotrice d'un élément de pile thermo-électrique. C. R. 135, 686—689, 1902.

Berthelot. Recherches sur l'action réciproque de deux liquides salins. Ann. chim. phys. (7) 27, 289—328, 1902.

Peter Schwalbach. Ueber Concentrationsketten und deren Temperaturcoëfficienten. 38 S. Diss. Bonn, 1901.

Carl Hering. Point of Cutoff in a battery discharge. Electrician 50, 59—60, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

A. Berti. Voltametri ad elettrodi di magnesio, di antimonio, bismuto e cadmio. L'Elettricità 11, 101, 1902. [Journ. de Phys. (4) 1, 728, 1902.

Paul L. Mercanton. Mesure de la fréquence des variations périodiques d'un courant électrique. Journ. de Phys. (4) 1, 719—723, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

J. A. Mathews. Metallic Conduction and the Constitution of Alloys. Electr. World and Engin. 40, 531—533, 1902.

R. J. Strutt. The Electrical Conductivity of Metals and their Vapours. Phil. Mag. (6) 4, 596—605, 1902.

Franz Streintz. Ueber die elektrische Leitfähigkeit von gepressten Pulvern. Ann. d. Phys. (4) 9, 854—885, 1902.

E. Wilson. Die physikalischen Eigenschaften gewisser Aluminiumlegirungen und einige Bemerkungen Aluminiumleiter betreffend. J. Inst. Electr. Engin. 31, 321—339, 1902. [Beibl. 26, 1082, 1902.

George C. Simpson. On the Electrical Resistance of Bismuth to Alternating Currents in a Magnetic Field. Phil. Mag. (6) 4, 554—560, 1902.

J. H. Coblyn. La vision à distance par l'électricité. C. R. 135, 684—685, 1902.

Robert Weber. Mesures du coefficient de conductibilité calorifique des liquides. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 372—373, 1902.

W. Plotnikow. Elektricitätsleitung der Lösungen in Bromäthylen. Chem. Theil. Journ. der russ. phys.-chem. Ges. 34, 466—472, 1902.

J. J. Thomson. On the increase in the electrical conductivity of air produced by its passage through water. Proc. Cambr. Phil. Soc. 11, 505, 1902.

32. Elektrochemie.

Louis Kahlenberg. Current Electrochemical Theories. Trans. Amer. Elektrochem. Soc. 1, 119—125, 1902.

E. Warburg. Ueber die Bildung des Ozons bei der Spitzenentladung in Sauerstoff. Ann. d. Phys. (4) 9, 781—792, 1902.

L. Houllevigue. Lames minces métalliques obtenues par projection cathodique. C. R. 135, 626—627, 1902.

A. Panchaud de Bottens. Ueber die Depolarisation der Wasserstoff-Elektrode durch Körper der aromatischen Reihe. 36 S. Zürich, 1902.

Karl Dannenberg. Studien über kathodische Polarisation. 49 S. Diss. Göttingen, 1901.

R. Abegg and **G. Bodländer.** Electro-Affinity as a Basis for the Systematization of Inorganic Compounds. Amer. Chem. Journ. 28, 220—228, 1902.

Wilhelm Lange. Zur Elektrolyse von Kupfersulfat als Grundlage der Acidimetrie. ZS. f. anal. Chem. 41, 609—610, 1902.

Franz Plzák. Experimentelle Notizen über die anodischen Zersetzungspunkte wässeriger Natronlauge. ZS. f. anorg. Chem. 32, 385—403, 1902.

33. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

W. Ignatowski. Ueber Erwärmung von Stäben durch Foucault'sche Ströme im veränderlichen Magnetfelde. Journ. „Elektritschestwo", 1902, 161—165 (russ.).

85. Elektrisches Leuchten.

C. E. Guye et **B. Monasch.** Les conditions de fonctionnement de l'arc de très faible intensité jaillissant entre des électrodes métalliques. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 382—384. 1902.

Will C. Baker. Note on the Influence of Ultra Violet Radiation on the Discharge in a Vacuum Tube having a polished Zinc Electrode. Proc. Cambr. Phil. Soc. **11**, 472—476, 1902.

M. Lamotte. Production des rayons cathodiques par les rayons ultra-violets. Éclair. électr. **33**, 155—163, 1902.

Harold A. Wilson. The Current-Density at the Cathode in the Electric Discharge in Air. Phil. Mag. (6) **4**, 608—614, 1902.

Th. Des Coudres. Zur Beeinflussung von Kathodenstrahlen durch Lenard-sche Fenster. Phys. ZS. **4**, 140—142, 1902.

85a. Röntgenstrahlen.

Kahlbaum. Rayons de Roentgen. 85 Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902, [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 373—375, 1902.

R. Blondlot. Vitesse de propagation des rayons X. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 356—361, 1902.

R. Blondlot. Sur la vitesse de propagation des rayons X. C. R. **135**, 666—670, 1902.

H. Haga en **C. H. Wind.** Over de buiging der Röntgen-stralen. Versl. Amsterdam 1902, 350—357.

J. A. Cunningham. On an Attempt to detect the Ionisation of Solutions by the action of Light and Röntgen Rays. Proc. Cambr. Phil. Soc. **11**, 431—433, 1902.

Eine neue regulirbare Röntgenröhre. Der Mechaniker **10**, 245—247, 1902.

86. Magnetismus.

H. du Bois. Ueber störungsfreie Differentialmagnetometer. Ann. d. Phys. (4) **9**, 938—945, 1902.

Max Corsepius. Compensations-Magnetometer. Elektrot. ZS. **23**, 1005—1006, 1902.

Trowbridge. The magnetic properties of iron and steel at liquid air temperatures. El. World 30. Aug. 1902.

H. Armagnat. Note sur les essais magnétiques du fer. Bull. de la Soc. inter. des Électriciens (2) **2**, 525—530, 1902. [Éclair. électr. **33**, 207—209, 1902.

Mazzotto. Ueber die magnetische Alterung des Eisens bei Temperaturen unter 100°. 5. Jahresvers. d. Italien. Phys. Ges. [Phys. ZS. **4**, 145, 1902.

W. Voigt. Bemerkung über die Magnetisirung cubischer Krystalle. Phys. ZS. **4**, 136, 1902.

Fraichet. Variation de la résistance magnétique d'un barreau de traction. C. R. **135**, 685—686, 1902.

George C. Simpson. On the Electrical Resistance of Bismuth to Alternating Currents in a Magnetic Field. Phil. Mag. (6) **4**, 554—560, 1902.

H. Nagaoka and **K. Honda.** Experiments on the Magnetostriction of Steel, Nickel, Cobalt and Nickel Steels. Journ. Coll. of Sc. of Tokyo **16**, 33 S., 1902.

K. Honda, S. Shimizu and **S. Kusakabe.** Change of the Modulus of Elasticity in Ferromagnetic Substances by Magnetization. Journ. Coll. of Sc. of Tokyo **16**, Art. 12, 19 S., 1902.

K. Honda, S. Shimizu and **S. Kusakabe.** Change of the Modulus of Rigidity in Ferromagnetic Substances by Magnetization. Journ. Coll. of Sc. of Tokyo **16**, Art. 13, 14 S., 1902. Phil. Mag. (6) **4**, 537—546, 1902.

K. Honda and **S. Shimizu.** Change in Length of Ferromagnetic Wires under Constant Tension by Magnetization. Journ. Coll. of Sc. of Tokyo **16**, 12 S., 1902.

K. Honda and **S. Shimizu.** Note on the Vibration of Ferromagnetic Wires placed in a Varying Magnetizing Field. Journ. Coll. of Sc. of Tokyo **16**, 10 S., 1902.

K. Honda and **S. Shimizu.** The Wiedemann Effect in Ferromagnetic Substances. Journ. Coll. of Sc. of Tokyo **16**, 17 S., 1902.

Majorana. Neue magneto-optische Erscheinungen. 5. Jahresvers. d. Italien. Phys. Ges. [Phys. ZS. **4**, 145, 1902.

Majorana. Quelques phénomènes magnéto-optiques, présentés par des solutions magnétiques. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 361—365, 1902.

Alfred Färber. Ueber das Zeeman-Phänomen. Ann. d. Phys. (4) **9**, 886—898, 1902.

37. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Gilbert T. Walker. Some Problems in Electric Convection. Trans. Cambr. Phil. Soc. **19**, 173—189, 1902.

N. Orlow. Einige Fälle von magnetischer Drehung im veränderlichen elektromagnetischen Felde. Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. **34**, 233—240, 1902.

38. Elektrodynamik. Induction.

Richard Gans. Ueber Induction in rotirenden Leitern. 32 S. Diss. Strassburg, 1902.

W. Lebedinski. Weiteres über die Ruhmkorff'sche Spirale. Journ. „Elektritschestwo" 1902, 129—131 (russ.).

C. E. Guye et **B. Herzfeld.** L'énergie dissipée dans le fer soumis à des aimantations alternatives comprises entre 300 et 1200 périodes à la seconde. 85. Sess. Soc. Helv. sc. nat. Genève 1902. [Arch. sc. phys. et nat. (4) **14**, 380—382, 1902.

39. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Astronomy and cosmical physics at the British association. Nature 66, 1721. 639—640, 1902.

Dr. Karl Kostersitz. Die Spectralanalyse der Himmelskörper. S.-A. aus Vierteljahrsberichte d. Wiener Ver. z. Förderung d. phys. u. chem. Unterrichts.

Dr. Karl Kostersitz. Die Spectralanalyse der Himmelskörper und deren Förderung durch Bergobservatorien, mit besonderer Berücksichtigung des projectirten astrophysikalisch-meteorologischen Bergobservatoriums im Semmeringgebiete bei Wien. Erweiterte Bearbeitung des Vortrages, gehalten den 5. März 1902. Vorträge des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien 42, 16. Wien 1902.

J. Halm. Ueber den Gleichgewichtszustand der Sternatmosphären. Zweite Abhandlung. Astron. Nachr. 160, 6—7, 85—130.

George C. Comstock. Stellar Color and its effect upon determination of Parallax. Astron. Nachr. 160, 5, 69—70.

1 B. Planeten und Monde.

Percival Lowell. The Markings on Venus. Astron. Nachr. 160, 6—7, 130.

L. Brenner. Ueber den Pyramidenfleck auf Jupiter. Astron. Nachr. 160, 4, 61—63.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

C. Rödiger. Untersuchungen über das Doppelsternsystem Algol. 34 S., 1 Tafel. Inaug.-Dissert. Jena 1902. Ref.: Natw. Rdsch. 17, 43, 551, 1902.

1 D. Die Sonne.

A. (Di) Legge e A. Prosperi. Osservazioni del diametro orizzontale del sole fatte nel r. osservatorio del Campidoglio negli anni 1896—1900. Roma, off. poligrafica Romana, 1902. 4°. p. 7.

W. H. Julius. Eine Hypothese über die Natur der Sonnenprotuberanzen. Phys. ZS. 4, 2, 85—90, 1902.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

O. Callandreau. Sur quelques particularités de la théorie des étoiles filantes. Existence de points radiants stationnaires par 45° de latitude. C. R. 135, 15, 557—559, 1902.

George P. Merrill. A newly found Meteorite from Admire Lyon County, Kansas. Proceed. N. S. National-Museum **24**, 907—913, 1902. Mit 7 Taf.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

G. Greim. Neue Forschungen und Forschungsmethoden in der Meteorologie. Globus **82**, 16, 258, 1902.

Résumés des observations de la commission météorologique du Puy-de-Dôme de l'année 1901, publiés avec le concours de l'observatoire du Puy-de-Dôme, suivis de notices sur le spectre du Brocken, au Puy-de-Dôme, et sur le congrès de défense contre la grêle tenu à Lyon en 1901. In-8°, 69 S., Clermont-Ferrand 1902.

Jahrbuch der meteorologischen, erdmagnetischen und seismischen Beobachtungen. Neue Folge, 6. Bd. (30. Jahrg. d. ganzen Reihe.) Veröffentlichungen des hydrographischen Amts d. k. u. k. Kriegsmarine in Pola. Nr. 15, Gruppe II, 4°. (XLIX, 174 S. m. 10 Tafeln). Wien, Gerold u. Co.

Hans Maurer. Meteorologische Beobachtungen in Deutsch-Ost-Afrika. 2. Theil: Terminbeobachtungen an 33 Stationen. IV, 272 S. Deutsche überseeische meteorologische Beobachtungen. Gesammelt und herausgegeben von der Deutschen Seewarte. XI. Hamburg, L. Friedrichsen, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

H. Henriet. Ueber einen neuen organischen Dampf der atmosphärischen Luft. C. R. **135**, 101—103, 1902. Ref.: Natw. Rdsch. **17**, 43, 552.

Ad. Carnot. Bericht über Versuche, die am Observatorium zu Montsouris über die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft gemacht worden. C. R. **135**, 89—92, 1902. Ref.: Natw. Rdsch. **17**, 43, 552.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

2 D. Luftdruck.

2 E. Winde und Stürme.

2 F. Wasserdampf.

2 G. Niederschläge.

Regenmessungen auf den Karolinen. Mitth. aus d. deutsch. Schutzgebieten 1902, 3.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

H. Geitel. Ueber einige gemeinsam mit Herrn Elster angestellte Versuche über die elektrische Zerstreuung in der Luft. Phys. ZS. **4**, 2, 97—99, 1902.

J. Elster. Ueber gemeinsam mit Herrn Geitel ausgeführte Versuche über inducirte Radioactivität der atmosphärischen Luft durch positive Potentiale. Phys. ZS. **4**, 2, 97, 1902.

J. Elster. Ueber gemeinsam mit Herrn Geitel construirte transportable Apparate zur Bestimmung der Radioactivität der natürlichen Luft. Phys. ZS. **4**, 2, 96—97, 1902.

W. Caspari. Beobachtungen über Elektricitätszerstreuung in verschiedenen Bergeshöhen (S.-A.).



2I. Meteorologische Optik.

P. Wilski. Die Durchsichtigkeit der Luft über dem Aegäischen Meere nach Beobachtungen der Fernsicht von der Insel Thera aus. Mit 3 Abbildungen im Text und 3 Beilagen. (Thera-Untersuchungen, Vermessungen und Ausgrabungen in den Jahren 1895 bis 1902.) Herausgegeben von F. Frhr. Hiller von Gaertringen. Vierter Band. Klimatologische Beobachtungen aus Thera. Berlin, Georg Reimer, 1902.

S. J. Bailey. Die Dauer der Dämmerung in den Tropen. Ref.: Prometheus 14, 5, 80.

Giuseppe Zettwuch. Untersuchungen über die blaue Farbe des Himmels. Phil. Mag. (6) 4, 199—202. 1902. Ref.: Natw. Rdsch. 17, 44, 563.

2K. Synoptische Meteorologie.

2L. Dynamische Meteorologie.

2M. Praktische Meteorologie.

Aug. Sieberg. Die Wettervorhersage und das praktische Leben. S.-A. aus „Das Heim", Aachen.

2N. Kosmische Meteorologie.

2O. Meteorologische Apparate.

2P. Klimatologie.

Frech. Studien über das Klima der geologischen Vergangenheit. ZS. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, 1902, 7.

3. Geophysik.

3A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Mario Baratta. Leonardo da Vinci ed i problemi della terra. Torino. fratelli Bocca edit. (stab. tip. Vincenzo Bona), 1903. 8°. p. XIII j, 318.

Siegmund Günther. Astronomische Geographie. Sammlung Göschen, Nr. 92. Leipzig, 1902.

3B. Theorien der Erdbildung.

3C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

Veröffentlichungen des königl. preussischen geodätischen Institutes. Neue Folge. Nr. 9. Lex. 8°. Berlin, P. Stankievicz. 9. Bestimmung der Polhöhe und der Intensität der Schwerkraft in der Nähe des Berliner Meridians von Arkona bis Elsterwerda sowie auf einigen anderen Stationen nebst Azimutmessungen auf drei Stationen. Mit 2 Taf. (III, 302 S.) 1902.

Doering. Breitenbestimmungen in Togo. Mitth. aus d. deutsch. Schutzgebieten 1902, 3.

Giac. Genovino. I punti della terra dove la luna può sorgere o tramontare due volte consecutove alla stessa ora solare vera o media. Bari, stab. tip. Gius. Laterza e figli 1902. 8°. fig. p. 14.

Giac. Genovino. L'orizzonte geodetico e la relativa depressione considerando la terra come un elissoide di rivoluzione schiacciato. Genova, stab. tip. Bacigalupi, 1902. 8°. fig. p. 38.

Giac. Genovino. I luoghi della terra dove può essere uguale ad un giorno siderale l'intervallo di tempo trascorso fra due levate vere della luna o del sole, o fra due tramonti veri o fra una levata ed un tramonto vero e viceversa. Genova, tip. Viani Venceslao, 1902. 8°. fig. p. 7.

in altezza della luna senza cronometro e senza far uso delle distanze lunari conoscendo la latitudine. Bari, stab. tip. Gius. Laterza e figli, 1902. 8°. p. 14.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

H. A. Alford Nicholls. Notes on the recent eruptions of Mont Pelée. Nature 66, 1721, 638—639, 1902.

Tempest Anderson und John Flett. Vorläufiger Bericht über die jüngste Eruption der Soufrière auf St. Vincent und über einen Besuch des Mont Pelée auf Martinique. Proc. R. Soc. 1902, 70, 423—445. Ref.: Natw. Rdsch. 17, 44, 558—562.

8 F. Erdbeben.

F. de Montessus de Ballore. Sur les causes générales d'instabilité sismique dans l'Inde. C. R. 135, 15, 598—600, 1902.

G. B. Cacciamali.. Bradisismi e terremoti della regione benacense. Brescia, stab. tip. lit. F Apollonio, 1902. 8°.

Aug. Sieberg. Die Erdbeben und ihre Erforschung unter besonderer Berücksichtigung von Aachen. S.-A. aus „Das Heim", Aachen.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

E. H. Schütz. Die Lehre von dem Wesen und den Veränderungen der magnetischen Pole der Erde. Berlin, D. Reimer.

Magnetic work of the United States Coast and Geodetic Survey outlined for July 1st, 1902 to June 30th, 1903. Nature 66, 1722, 666, 1902.

S. Tromholt. Katalog der in Norwegen bis Juni 1878 beobachteten Nordlichter. Nach dem Tode des Verfassers auf Kosten der „Videnskabsselskabet i Kristiania" und des „Fridtjof Nansens Fonds" herausgegeben von J. Fr. Schroeter, Observator. XXIII, 422 Sider i 4°. Kristiania, Jacob Dybwad.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

Carl Ochsenius. Das Gesetz der Wüstenbildung von Johannes Walther. Berlin, 1900 (Schluss). Centralbl. für Mineral., Geol. und Paläont. 20, 620—633, 1902.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

Gerhard Schott. Oceanographie und maritime Meteorologie. Im Auftrage des Reichsmarineamtes bearbeitet. Mit 40 Taf. (Karten, Profilen, Maschinenzeichnungen etc.), 26 Taf. (Temperaturdiagrammen) u. 35 Fig. im Text. Text u. Atlas in 2 Bd. (X, XII, 403 S.), 1902. Wiss. Ergebnisse d. deutsch. Tiefsee-Expedition a. d. Dampfer „Valdivia" 1898—1899. Herausg. von Prof. K. Chun.

D'Arcy W. Thompson. The Hydrography of the Faeroe-Shetland Channel. Nature 66, 1722, 654, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

J. Jegerlehner. Die Schneegrenzen in den Gletschergebieten der Schweiz. Beitr. z. Geophys. 5, 1902.



Fritz Machaček. Gletscherkunde. Mit 5 Abbildungen im Text u. 11 Tafeln. (125 S.) 12°. Leipzig, G. J. Göschen, 1902.

Ch. Rabot. Essai de chronologie des variations glaciaires. Arch. sc. phys. et natur. Août 1902.

Albrecht Penck und **Eduard Brückner.** Die Alpen im Eiszeitalter. Gekrönte Preisschrift, Lieferung 3 und 4. Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz, 1902.

Rudolph Credner. Das Eiszeitproblem. Wesen und Verlauf der diluvialen Eiszeit. Jahresbericht 8 der Geogr. Gesellsch. zu Greifswald, 1901—1902.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel Reine Physik

Richard Assmann Kosmische Physik

I. Jahrg. **15. December 1902.** **Nr. 23.**

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 23 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 20. November bis 4. December 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

W. Abendroth. Leitfaden der Physik mit Einschluss der einfachsten Lehren der mathematischen Geographie. 1, 3. Aufl., 221 S. Leipzig, S. Hirzel, 1902.

E. Bouant. La Physique et la Chimie du brevet élémentaire de capacité de l'enseignement primaire. 10 éd. VIII u. 528 S. Paris, Delalain frères, 1902.

E. Bouant. Élements de physique, rédigés conformément au programme du 31 mai 1902; Fascicule 1 (Pesanteur, Chaleur), pour les classes de quatrième B et de seconde A et B. II u. 202 S. Paris, libr. F. Alcan, 1903.

Kisselow u. **Kassimow.** Elemente der Physik mit zahlreichen Uebungen und Aufgaben. 2 Theile. 2. Akustik, Optik, Elektricität von A. Kassimow (Russisch). 307 S. Moskau, 1902.

S. Kowalewsky. Lehrbuch der Physik für mittlere Unterrichtsanstalten. 6. Aufl., 444 S. St. Petersburg, 1903.

J. Langlebert. Physique. 57. éd. VI u. 696 S. Paris, Delalain frères, 1903.

Car. Perosino. Elementi di fisica, meteorologia e cosmografia. 2. ed. 296 S. Torino, Unione tipografico-editrice, 1902.

H. Poincaré. Cours de physique mathématique. Figures d'équilibre d'une masse fluide. Leçons, professées à la Sorbonne en 1900 par H. Poincaré. Rédigées par L. Dreyfus. 215 S. Paris, libr. Naud, 1902.

E. Riecke. Lehrbuch der Experimentalphysik. 2. Aufl. 2. Magnetismus, Elektricität, Wärme. XII u. 666 S. Leipzig, 1902.

Rudolf Kottenbach. Zur didaktischen Behandlung einiger Fragen der Mechanik. Jahresber. k. k. Staats-Oberrealschule in Troppau. 29 S. 1902.

F. Poske. Ein Lehrgang der Aerostatik. ZS. f. Unterr. 15, 321—326, 1902.

Angelo Battelli. Riccardo Felici. Cim. (5) 4, 233—246, 1902.

F. Poske. Zum Gedächtniss Otto von Guericke's. Verh. D. Phys. Ges. 4, 362—376, 1902.

J. C. Poggendorff's biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften, enthaltend Nachweisungen über Lebensverhältnisse und Leistungen von Mathematikern, Astronomen, Physikern, Chemikern, Mineralogen, Geologen, Geographen u. s. w. aller Völker und Zeiten. 4. (Die Jahre 1883 bis zur Gegenwart umfassend.) Herausgegeben von A. J. v. Oettingen. Lief. 4 u. 5, S. 217—360 (Cannizzaro-Dvorák). Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth, 1902.

Ladislaus Goroszyński. Kritische Bemerkungen zu den Dimensionssystemen der Physik. Phys. ZS. 4, 153—156, 1902.

J. H. Ziegler. Die Universelle Weltformel und ihre Bedeutung für die wahre Erkenntniss aller Dinge. Erster Vortrag der Vers. d. Schweiz. Naturf. Ges. vom 7. bis 10. September in Genf. 2. Aufl., 41 S. Zürich, Commissionsverlag von Albert Müller, 1902.

1b. Maass und Messen.

G. Lippmann. Méthode pour vérifier si une glissière ou une règle sont rectilignes. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 18—19.

P. E. Shaw. A Simple Electrical Micrometer. Part I. Proc. Phys. Soc. London 18, 242—246, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

A. Garbasso. Apparate und Modelle zur Erläuterung physikalischer Erscheinungen. ZS. f. Unterr. 15, 326—332, 1902.

Penseler. Billige Projectionsbilder. ZS. f. Unterr. 15, 350, 1902.

Ed. Hoffmann. Optischer Apparat zur Messung der Wellenlänge des Lichts. ZS. f. Unterr. 15, 346—347, 1902.

Fr. Grützmacher. Neuere Thermostaten (Schluss). D. Mech.-Ztg. 1902, 201—203.

T. C. Porter. On the Ebullition of Rotating Water. A Lecture Experiment. Proc. Phys. Soc. London 18, 246—253, 1902.

P. H. Grant. An Apparatus for Vapour-pressure Measurements. Proc. Phys. Soc. London 18, 237—238, 1902.

R. A. Lehfeldt. Electric Heater. Proc. Phys. Soc. London 18, 237, 1902.

E. Grimsehl. Ableitung des Joule'schen Gesetzes. ZS. f. Unterr. 15, 347—349, 1902.

Bruno Kolbe. Ein verbessertes Differentialthermoskop und Doppel-Differentialthermoskop. ZS. f. Unterr. 15, 333—344, 1902.

P. Heyck. Ein neuer Schulcompensator. Der Mechaniker 10, 255—258, 1902.

Hans Hartl. Ein Stromwender. ZS. f. Unterr. 15, 390—391, 1902.

W. P. White. An alternating current model. Phys. Rev. 15, 316—318, 1902.

J. T. Morris. Experiment illustrating the use of Cathode Rays in Alternate Current work. Proc. Phys. Soc. London 18, 238—239, 1902.

B. Kolbe. Isolirender Anstrich von Drähten. ZS. f. Unterr. 15, 350, 1902.
Vernickelungsflüssigkeit. Der Mechaniker 10, 261, 1902.

Hoff. Pressstücke aus Metallklein als neue physikalische Lehrmittel. 8 S. Witten a. R., 1902.

2. Dichte.

3. Physikalische Chemie.

M. Rudolphi. Allgemeine und physikalische Chemie. Ins Russische übersetzt von D. M. Mergolina. 208 S. Kiew, 1902.

James Locke. Das Problem der Systematisirung der anorganischen Verbindungen. ZS. f. anorg. Chem. 33, 58—80, 1902.

M. Freund. Ueber den Einfluss der Physik auf die Gestaltung der chemischen Theorien. Vortrag. Jahresber. phys. Ver. Frankfurt a. M. 1899/1900, 119—126, 1901.

V. A. Kistiakovsky. Détermination du poids moléculaire des substances à l'état liquide. Journ. Soc. phys. chim. R. 34, 70—90, 1902. [Bull. soc. chim. 28, 817—818, 1902.

H. W. Bakhuis Roozeboom. A representation in space of the regions in which the solid phases, which occur, are the components, when not forming compounds. Proc. Amsterdam 5, 279—283, 1902.

H. W. Bakhuis Roozeboom. Equilibria of phases in the system acetaldehyde + paraldehyde with and without molecular transformation. Proc. Amsterdam 5, 283—288, 1902.

P. Th. Muller. Études physico-chimiques sur la fonction acide oximidée (II). Propriétés optiques des éthers oximidocyanacétiques. Bull. soc. chim. 27, 1014—1018, 1902.

P. Th. Muller. Études physico-chimiques sur la fonction acide oximidée (III). Sur les sels de soude des dérivés isonitrosés, nouvelle méthode de diagnose des pseudoacides. Bull. soc. chim. 27, 1019—1022, 1902.

E. S. Shepherd. Alloys of lead, tin and bismuth. Journ. Phys. Chem. 6, 519—553, 1902.

3a. Krystallographie.

W. Bruhns. Elemente der Krystallographie. 211 S. Leipzig und Wien, Franz Deutike, 1902.

Fréd. Wallerant. Sur les groupements de cristaux d'espèces différentes. C. R. 135, 798—800, 1902.

Paul Gaubert. Sur les figures d'efflorescence. S.-A. 12 S. Bull. Soc. Franç. de Min. 1901.

4. Mechanik.

F. Huber. Mechanik für technische und gewerbliche Unterrichtsanstalten, sowie zum Selbstunterricht. Ins Russische übersetzt von M. A. Ssawitsch mit Zusätzen von M. N. Demjanow. 3. russ. Aufl. 628 S. St. Petersburg, 1902.

D. M. V. Sommerville. The Conservation of Mass. Nature 67, 80, 1902.

S. A. F. White. Note on the Compound Pendulum. Proc. Phys. Soc. London 18, 231—234, 1902.

Peter Lebedew. The physical causes of the deviations from Newton's law of gravitation. A paper presented at the Göttingen meeting of the Astronomische Gesellschaft on August 4, 1902. [Astrophys. Journ. 16, 155—161, 1902.

R. W. Prentiss. Practical application of Fourier's series to harmonic analysis. Phys. Rev. 15, 257—270, 1902.

P. Duhem. Sur les quasiondes. C. R. 135, 761—763, 1902.

5. Hydromechanik.

V. Bjerknes. Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte nach C. A. Bjerknes' Theorie. 2, XVI u. 316 S. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1902.

A. Batschinski. Studies on the relation between the viscosity of liquids and the absolute temperature. Reprint, 1901. [Journ. Phys. Chem. 6, 602, 1902.

R. Hartmann. Beitrag zur Wirbelbewegung. 33 S. Diss. Braunschweig, 1902.

6. Aeromechanik.

Marey. Le mouvement de l'air étudié par la chronophotographique. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 10—16.
H. Fettback. Ueber eine Methode zur Bestimmung der Geschwindigkeit von Gasen und Dämpfen in Rohrleitungen. Centralbl. Zuckerind. 9, 1016—1018, 1901.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

Ludwig Prandtl. Kipp-Erscheinungen. Ein Fall von instabilem, elastischem Gleichgewicht. 75 S. Diss. München, 1901.
W. Cassie. On the Measurement of Young's Modulus. Proc. Phys. Soc. London **18**, 215—224, 1902.
E. Ercolini. Influenza del campo elettrico sull' elasticità del vetro. Cim. (5) **4**, 270—279, 1902.
T. J. J. See. The Secular Bending of a Marble Slab under its own Wheigt. Nature **67**, 56, 1902.
Spencer Pickering. The Secular Bending of Marble. Nature **67**, 81, 1902.

7b. Capillarität.

Leduc et **Sacerdote.** Sur la cohésion des liquides. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 76—92.
A. Leduc et **P. Sacerdote.** Sur la formation des gouttes liquides et la loi de Tate. C. R. **135**, 732—733, 1902.
Alfred Brümmer. Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung wässeriger Sulfatlösungen. 47 S. Diss. Rostock, 1902.

7c. Lösungen.

7d. Diffusion.

H. Friedenthal. Präparate, welche die Nichtdiffusibilität von Seifen aus wässeriger Lösung zeigten bei Abwesenheit jeder trennenden Membran. Verh. Physiol. Gesellsch. Berlin, 25. Juli 1902. [Arch. f. Physiol. 1902. Suppl.-Bd., 449—450.

7e. Absorption und Adsorption.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

Marage. Mesure de l'acuité auditive. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 56—65.
Moritz Weerth. Ueber Lamellentöne. 24 S. Diss. Rostock, 1902.
Wilhelm Friedrich. Ueber Entstehung des Tones in Labialpfeifen. 23 S. Diss. Rostock, 1901.
Louis Bevier. The vowel i (as in pique). Phys. Rev. **15**, 271—275, 1902.
H. Th. Simon. Der elektrische Flammenbogen als Telephon und Versuche einer Telephonie ohne Draht. Jahresber. phys. Ver. Frankfurt a. M. 1899/1900, 80—81, 1901.
A. Masini. Contribution à l'étude de l'arc chantant. L'Elettricista **11**, 233, 1902. [Éclair. électr. **33**, 310—312, 1902.
J. K. A. Wertheim Salomonson. The influence of variation of the constant current on the pitch of the singing arc. Proc. Amsterdam **5**, 311—321, 1902.
Klingende Kohle. Der Mechaniker **10**, 260, 1902.

9. Physiologische Akustik.

H. Zwaardemaker u. **F. H. Quix.** Schwellenwerth und Tonhöhe. Arch. f. Physiol. 1902, Suppl.-Bd., 367—397.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

W. Stahlberg. Beiträge zur experimentellen Behandlung der elementaren Optik. 32 S. Steglitz, 1902.

Frits Hasenöhrl. Ueber die Grundgleichungen der elektromagnetischen Lichttheorie für bewegte Körper. Wien. Anz. 1902, 312.

H. Th. Simon. Ueber einige Beziehungen zwischen Licht und Elektricität. Jahresber. phys. Ver. Frankfurt a. M. 1899/1900, 100—104, 1901.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

F. L. O. Wadsworth. Some notes on the correction and testing of parabolic mirrors. Misc. Scient. Pap. Allegheny Observ. (N. S.), 12 S., 1902.

P. Frenchen. Die Brechung des Lichts durch ein Prisma. ZS. f. Unterr. **15**, 344—346, 1902.

Bruno Wiebering. Beiträge zur Theorie des Astigmatismus dioptischer Anamorphosen. 38 S. Diss. Rostock, 1902.

Arthur Kerber. Beitrag zur Theorie der Anastigmat-Linsen. Fortsetzung. Der Mechaniker **10**, 258—259, 1902.

J. D. Everett. Contributions to the Theory of the Resolving Power of Objectives. Proc. Phys. Soc. London **18**, 225—231, 1902.

G. Lippmann. Sur la mise au foyer d'un collimateur ou d'une lunette au moyen de la mesure d'une parallaxe. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 16—18.

V. Grünberg. Zur Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung. 90 S. Leipzig, 1903.

Waldemar Grix. Dioptrische Abbildung der Erdkugel in Folge der astronomischen Refraction. 34 S. Diss. Rostock, 1901.

H. Dufet. Sur la dispersion anomale dans les cristaux de sulfate de néodyme et de praséodyme. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 19—27.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

Percival Lewis and **A. S. King.** Nitrogen bands v. s. „New heads to cyanogen bands" in arc spectra. Astrophys. Journ. **16**, 162—165, 1902.

R. W. Wood. On a Remarkable Case of Uneven Distribution of Light in a Diffraction Grating Spectrum. Proc. Phys. Soc. London **18**, 269—275, 1902.

S. P. Langley. Das ultrarothe Sonnenspectrum. Ann. of the Astrophys. Observatory of the Smithsonian Institution **1**, 266, 1900. [ZS. f. Instrkde. **22**, 343—347, 1902.

C. Runge and **F. Paschen.** On the separation of corresponding series lines in the magnetic field. Second paper. Astrophys. Journ. **16**, 123—134, 1902.

R. W. Wood. On the Electrical Resonance of Metal Particles for Light-Waves. — Second Communication. Proc. Phys. Soc. London **18**, 276—281, 1902.

13. Photometrie.

L. B. Tuckerman. Notes on spectro-photometric adjustments. Astrophys. Journ. **16**, 145—154, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

Otto Rosenheim. Some observations on the fluorescence and phosphorescence of diamonds, and their influence on the photographic plate. Chem. News **86**, 247, 1902.

N. Piltschikow. Champ ionisateur du radium. Mem. prés. au 11e Congr. des Nat. Russ. 1901/02. Journ. Soc. Phys. Chim. Russe **34**, 15, 1902. [Éclair. électr. **33**, CXVII, 1902.

J. Elster u. **H. Geitel.** Ueber die Radioactivität der natürlichen Luft. S.-A. aus Sitz.-Protokolle d. luftelektr. Commission d. Delegirtenversig. der kartellirten Akademien am 15. u. 16. Mai 1902. Natw. Rdsch. **17**, 614—615, 1902.

H. Ebert u. **P. Ewers.** Ueber die dem Erdboden entstammende radioactive Emanation. Phys. ZS. **4**, 162—166, 1902.

N. Piltschikow. Convection actino-éléctrique. Mem. prés. au 11e Congr. des Nat. Russ. 1901/02. Journ. Soc. Phys. Chim. Russ. **34**, 15, 1902. [Éclair. électr. **33**, CXVII, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

H. Starke. Ueber eine Interferenzbeobachtung an Lippmann'schen Spectralphotographien. Verh. D. Phys. Ges. **4**, 377—378, 1902.

G. H. Bryan. A Simple Experiment in Diffraction. Nature **67**, 80—81, 1902.

A. W. Ewell. Accidental rotatory polarization. Amer. Phys. Soc. 25. October 1902. [Science (N. S.) **16**, 825, 1902.

15b. Drehung und Polarisationsebene.

F. Harms. Notiz über die magnetische Drehung der Polarisationsebene in flüssigem Sauerstoff. Phys. ZS. **4**, 158—160, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

A. W. Conway. The propagation of light in a uniaxal crystal. London Mathematical Soc. Nov. 13, 1902. [Nature **67**, 71, 1902.

Paul Gaubert. Sur les bandes biréfringentes provoquées par la pression, avec rupture des faces, sur les cristaux cubiques. S.-A. 11 S. Bull. Soc. Franç. de Min. 1902.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

L. Graetz. Ueber eigenthümliche Strahlungserscheinungen. Phys. ZS. **4**, 160—161, 1902.

J. M. Eder. System der Sensitometrie photographischer Platten. IV. Abh. S.-A. Wien. Ber. **111** [2a] 888—893, 1902.

Th. W. Engelmann. Ueber experimentelle Erzeugung zweckmässiger Aenderungen der Färbung pflanzlicher Chromophylle durch farbiges Licht. Bericht über Versuche von Dr. N. Gaidukow. Arch. f. Physiol. 1902. Suppl. Bd. 333—335.

17. Physiologische Optik.

Mary Whiton Calkins. Theorien über die Empfindung farbiger und farbloser Lichter. Arch. f. Physiol. 1902. Supplem.-Bd. 244—261.

Piper. Zeitlicher Verlauf der Dunkeladaptation, bezw. der bei Dunkelaufenthalt sich vollziehenden Empfindlichkeitssteigerung der Netzhaut und Quantitatives über diesen Vorgang. Verh. Physiol. Ges. Berlin, 25. Juli 1902. [Arch. f. Physiol. 1902. Suppl. Bd. 448—449.

Frau **Chr. Ladd-Franklin** u. **Guttmann.** Sehen durch Schleier. Verh. Physiol. Ges. Berlin, 25. Juli 1902. [Arch. f. Physiol. 1902. Supplem. Bd. 445—446.

18. Optische Apparate.

C. Leiss. Neues Krystallrefractometer zur Bestimmung grösserer und mikroskopisch kleiner Objecte. ZS. f. Instrkde. **22**, 331—335, 1902.

E. Colardeau. Banc pour la photographie stéréoscopique à courte distance. Effets divers de relief stéréoscopique. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 27—41.

W. Manchot. Das Stereoskop; seine Anwendung in den technischen Wissenschaften. Ueber Entstehung und Construction stereoskopischer Bilder, 68 S. Leipzig 1902.

A. u. L. Lumière. Das Photorama. Der Mechaniker **10**, 253—255, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

E. S. A. Robson. Practical Exercises in Heat. 200 S. London, 1902.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

Jouguet. Sur la rupture et le déplacement de l'équilibre. C. R. **135**, 778—781, 1902.

F. Richarz. Ueber Temperaturänderungen in künstlich auf- und abbewegter Luft. 18 S. Zur feierlichen Einführung des neuen Rectors der Universität Marburg, 19. October 1902.

J. D. van der Waals. Some observations on the course of the molecular transformation. Proc. Amsterdam **5**, 303—307, 1902.

J. D. van der Waals. Critical phenomena in partially miscible liquids. Proc. Amsterdam **5**, 307—311, 1902.

J. E. Verschaffelt. Contributions to the knowledge of van der Waals' ψ-surface. VII. The equation of state and the ψ-surface in the immediate neighbourhood of the critical state for binary mixtures with a small proportion of one of the components. Proc. Amsterdam **5**, 336—350, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

19d. Technische Anwendungen.

K. Schreber. Die Theorie der Mehrstoffdampfmaschinen. S.-A. 3 S. Dingl. Polyt. Journ. **137**, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

Robert S. Whipple. Note on a Temperature Indicator for use with Platinum Thermometers in which the Readings are Automatically Reduced to the Gas Scale. Proc. Phys. Soc. London **18**, 235—237, 1902.

Böttcher. Bericht über die Untersuchung von Flüssigkeiten, welche sich zur Füllung von Six-Thermometern eignen. Hauptvers. Ver. D. Glasinstr.-Fabr. 1902. [D. Mech.-Ztg. 1902, 227—229, 1902.

Wiebe. Ueber Erzeugung und Messung tiefer Temperaturen. Hauptvers. Ver. D. Glasinstr. Fabr. 1902. [D. Mech.-Ztg. 1902, 229—232.

Fr. Grützmacher. Neuere Thermostaten. D. Mech.-Ztg. 1902, 201—203.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

F. W. Clarke. Eine thermochemische Constante. ZS. f. anorg. Chem. **33**, 45—57, 1902.

G. J. Parks. On the Heat Evolved or Absorbed when a Liquid is brought in contact with a Finely Divided Solid. Proc. Phys. Soc. London **18**, 253—269, 1902.

Hans Goldschmidt. Aluminothermie (I. Theil). Phys. ZS. **4**, 166—171, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

O. Boudouard. Sur les alliages de cuivre et de magnésium. C. R. 135, 794—796, 1902.

H. C. Jones and **C. G. Caroll.** The Lowering of the Freezing-Point of Aqueous Hydrogen Dioxide produced by certain Salts and Acids. Amer. Chem. Journ. 28, 284—292, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 1292.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

Charles F. Mabery. An apparatus for continuous vacuum destillation. Proc. Amer. Acad. 38, 1—5, 1902.

23. Calorimetrie.

William Francis Magie. Die specifische Wärme von Lösungen. III. Eine neue Form des Pfaundler'schen Calorimeters. Phys. ZS. 4, 156—158, 1902.

H. Crompton. The Specific Heats of Gases. Chem. Soc. London 6. Nov. 1902. [Chem. News 86, 264, 1902.

Mackower. A Determination of the Ratio of the Specific Heats at Constant Pressure and at Constant Volume for Air and Steam. Phys. Soc. London 14. Nov. 1902. [Chem. News 86, 266, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

F. A. Schulze. Ueber das Verhalten einiger Legirungen zum Gesetz von Wiedemann und Franz. Natw. Rdsch. 17, 621—624, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

G. W. Stewart. The temperatures and spectral energy curves of luminous flames. Phys. Rev. 15, 306—316, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

H. Th. Simon. Ueber einige Beziehungen zwischen Licht und Elektricität. Jahresber. phys. Ver. Frankfurt a. M. 1899/1900, 100—104, 1901.

E. Almansi. Sopra un problema di elettrostatica. Cim. (5) 4, 280—286, 1902.

G. Marconi. Effets de la lumière du jour sur la propagation des impulsions électromagnétiques à grande distance. L'Elettricità 11, 215, 1902. [L'Éclair. électr. 33, CXVII—CXVIII, 1902.

R. W. Wood. On the Electrical Resonance of Metal Particles for Light-Waves. — Second Communication. Proc. Phys. Soc. London 18, 276—281, 1902.

August Becker. Interferenzröhren für elektrische Wellen. 63 S. Diss. Heidelberg, 1901.

W. Kaufmann. Bemerkung zu der Arbeit von A. Maresca: Ueber die Energie, welche von der oscillirenden Entladung eines Condensators in leeren Röhren entwickelt wird. Phys. ZS. 4, 161—162, 1902.

Richard Heilbrun. Elementare Vorlesungen über Telegraphie und Telephonie. In Lieferungen, Berlin. Georg Siemens, 1902.

Ludwig Rellstab. Das Fernsprechwesen. 127 S. Sammlung Göschen. Leipzig, G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

J. C. Bose. Sur la réponse électrique de la matière vivante et animée, soumise à une excitation. — Deux procédés d'observation de la réponse de la matière vivante. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 66—76.

27. Elektrostatik.

E. Almansi. Sopra un problema di elettrostatica. Cim. (5) 4, 280—286, 1902.

28. Batterieentladung.

29. Galvanische Ketten.

Johannes Zacharias. Das neueste Stadium der Entwickelung der Trockenelemente. Centralbl. f. Acc.-, Elem. u. Accumob.-Kde. 3, 297—298, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

Max Edelmann. Präcisionscompensator mit combinirtem Schleif- und Stöpselcontact. Elektrot. ZS. 23, 1021, 1902.

W. König. Ueber neuere Unterbrecherformen, insbesondere Versuche mit dem elektrolytischen Unterbrecher von Wehnelt. Jahresber. phys. Ver. Frankfurt a. M. 1899/1900, 71—72, 1901.

E. S. Johonnott. Rayleigh's alternate current phasemeter. Phys. Rev. 15, 276—290, 1902.

H. Th. Simon. Das Telegraphon (Telephonograph) von Poulsen. Jahresber. phys. Ver. Frankfurt a. M. 1899/1900, 79—80, 1901.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

Dussaud. Nouvelles expériences sur la résistence électrique du sélénium et ses applications à la transmission des images et des impressions lumineuses. C. R. 135, 790—791, 1902.

Edmond van Aubel. Sur la résistance électrique du sulfure de plomb aux très basses températures. C. R, 135, 734—736, 1902.

F. A. Schulze. Ueber das Verhalten einiger Legirungen zum Gesetz von Wiedemann und Franz. Natw. Rdsch. 17, 621—624, 1902.

J. Kunz. Sur la conductibilité des dissolutions aux basses températures. C. R. 135, 788—789, 1902.

32. Elektrochemie.

R. Abegg and **G. Bodländer.** Electroaffinity as a Basis for the Sistematization of Anorganic Compounds. Amer. Chem. Journ. 28, 220—227, 1902.

Friedrich Lux. Quecksilbervoltameter. Der Mechaniker 10, 359—360, 1902.

A. A. Noyes and **G. V. Sammet.** The equivalent Conductivity of the Hydrogen-Ion derived from Transference Experiments with Hydrochloric Acid. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 944—969, 1902.

George B. Pegram. Electrolysis of radioactive substances. Amer. Phys. Soc., 25. October 1902. [Science (N. S.) 16, 825, 1902.

Harrison Eastman Patten. Influence of the solvent in electrolytic conduction. Journ. Phys. Chem. 6, 554—600, 1902.

Richard Lorenz. Ueber die Elektrolyse von geschmolzenem Aetznatron. ZS. f. Elektrochem. 8, 873—874, 1902.

W. W. Taylor and **J. K. H. Inglis.** The Theory of the Aluminium Anode. Phys. Soc. London, Nov. 14, 1902. [Chem. News 86, 265—266, 1902.

F. W. Skirrow. Ueber Oxydation durch elektrolytisch abgeschiedenes Fluor. ZS. f. anorg. Chem. 33, 25—30, 1902.

Alfred Coehn und **Moritz Gläser.** Studien über die Bildung von Metalloxyden. I. Ueber das anodische Verhalten von Kobalt- und Nickellösungen. ZS. f. anorg. Chem. 33, 9—24, 1902.

83. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

Hermann Agricola. Die thermoelektrische Kraft des Quecksilbers und einiger sehr verdünnter Amalgame in ihrer Abhängigkeit von Druck und Temperatur. 28 S. Erlangen, 1902.

H. Pellat. Remarque au sujet d'une Note récente de M. Ponsot, sur la force électromotrice d'un élément de pile thermoélectrique. C. R. 135, 733, 1902.

Edmond van Aubel. Sur le phénomène de Hall et le pouvoir thermoélectrique. C. R. 135, 786—788, 1902.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

85. Elektrisches Leuchten.

G. Weissmann. L'éclairage électrique par lampes à incandescence à filaments de carbone et sur le système économiseur Weissmann-Wydts. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 51—56.

85a. Röntgenstrahlen.

R. Blondlot. Sur l'égalité de la vitesse de propagation des rayons X et de la vitesse de la lumière dans l'air. C. R. 135, 721—724, 1902.

R. Blondlot. Observations et expériences complémentaires relatives à la détermination de la vitesse des rayons X. Sur la nature de ces rayons. C. R. 135, 763—766, 1902.

86. Magnetismus.

Hermann Wünsche. Untersuchungen über den Magnetismus des Nickelamalgams. 35 S. Diss. Rostock 1901.

H. Nagaoka et **K. Honda.** Magnétostriction des aciers-nickels. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 41—47.

Ch. Ed. Guillaume. Remarques sur le travail de MM. Nagaoka et Honda. Bull. Soc. Franç. de Phys. 1902, 47—51.

G. Piaggesi. Magnetizzazione dei liquidi col cambiare della temperatura. Cim. (5) 4, 247—269, 1902.

C. Runge and **F. Paschen.** On the separation of corresponding series lines in the magnetic field. Astrophys. Journ. 16, 123—134, 1902.

G. Ercolini. Influenza del campo elettrico sull' elasticità del vetro. Cim. (5) 4, 270—279, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

Harold Pender. On the magnetic effect of electrical convection II. Phys. Rev. 15, 291—305, 1902.

88. Elektrodynamik. Induction.

Morris. On the Growth of Electric Currents in an Inductive Circuit. Proc. Phys. Soc. London 18, 239, 1902.

Dawson Turner. A Mechanical Break for Induction Coils. Proc. Phys. Soc. London 18, 240—241, 1902.

89. Vermischte Constanten.

C. Drewitz. Ueber einige physikalische Eigenschaften von Legirungen, die durch Einschmelzen und durch hohe Drucke aus Pulvern hergestellt sind. 46 S. Diss. Rostock, 1902.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Peter Lebedew. The physical causes of the deviations from Newton' law of gravitation. Astrophys. J. 16, 3, 155—161, 1902.

Gavin J. Burns. The total light of all the stars. Astrophys. J. 16, 3, 166—168, 1902.

Edwin B. Frost. Cooperation in observing radial velocities of selected stars. Astrophys. J. 16, 3, 169—177, 1902.

1 B. Planeten und Monde.

Ph. Fauth. Umwälzung auf Jupiter. Astr. Nachr. 160, 3824, 145, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

Ueber die relative Helligkeit der Hauptlinien im Spectrum einiger Gasnebel. Himmel und Erde 15, 2, 88—89, 1902.

E. E. Barnard. On the change in the Fogus for Nova Persei. Astrophys. J. 16, 3, 183—185, 1902.

1 D. Die Sonne.

Perrine. Coronal disturbance and sun-spots. Popular Astronomy. Nr. 98. Ref.: Nature 67, 1723, 16—17, 1902.

W. H. Julius. Erwiederung auf Bedenken, welche gegen die Anwendung der anomalen Dispersion zur Erklärung der Chromosphäre geäussert worden sind. Astr. Nachr. 160, 3824, 140—145, 1902.

1 E. Kometen.

G. W. Ritchey. Comet photography with the two-foot reflector. Astrophys. J. 16, 3, 178—183, 1902.

1 F. Meteore und Meteoriten.

Meteorsteinfall bei Crumlin (Grafschaft Antrim). Nature 66, 578, 1902. Ref.: Naturw. Rdsch. 17, 46, 595—596, 1902.

John R. Henry. Leonid Meteors 1902. A forecast. Nature 67, 1723, 8, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

Alfred Angot. Sur le catalogue international de littérature scientifique. Annu. soc. mét. de France 50, Septembre-Octobre, 173—180, 1902.

G. Hellmann. Zur Bibliographie von W. Gilbert's „De Magnete". 8°. S.-A.: Terrestrial Magnetism 1902, June, 63—66.

Meteorologiska Iakttagelser i Sverige utgifna af Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademien, anstälda och utarbetade under inseende af Meteorologiska Central-Anstalten, 39. Bandet, 1897. Stockholm, 1902. 4°. VIII u. 157 S.

R. C. Mossmann. The Meteorology of Edinburgh. Edinburgh, 1902. 4°. S.-A.: Trans. R. S. of Edinburgh, Vol. XL, Part III, p. 469—509, 1 Taf.

Observatorio Belloch. Hojas meteorologicas. 1902. Jan. bis Juni. Quer-Folio.

Proceedings and Transactions of the Meteorological Society of Mauritius 1901, Vol. II, new series. Mauritius, 1902. 8°. XLII u. 111 S.

E. Pini. Osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1901 (in Milano) col riassunto composto sulle medesime. 4°. 57 S.

Meteorologische Beobachtungen im alten Königreich Kongo. The ancient kingdom of Kongo. By Rev. Thomas Levis. The Geograph. Journal **19**, 557, Mai 1902. Ref.: Met. ZS. **19**, 10, 485—486, 1902.

Milan Nedelkovitch. Bulletin mensuel de l'observatoire central de Belgrade. Année 1902. Vol. I. Belgrade, 1902. 4°. Janvier IV, 12 S.; Février 12 S.

L. Delory. Essai de météorologie. Béthune, 1901. 8°. 93 S.

XXIXe Bulletin météorologique annuel du département des Pyrenées-Orientales publié par le Dr. Fines. Année 1900. Perpignan, 1901. 4°. 92 S.

Resultate der meteorologischen Beobachtungen in der Umgebung der Kapstadt in verschiedenen Seehöhen. Report of the Cape of Good Hope. Cape Town, 1900. Ref.: Met. ZS. **19**, 10, 480—482, 1902.

Einige mittlere meteorologische Elemente für die Seychellen und Rodrigues. Met. ZS. **19**, 10, 480, 1902.

A. Supan. Die bisherigen wissenschaftlichen Ergebnisse der antarktischen Expeditionen. Peterm. Mitth. **48**, 10, 238—240, 1902.

Report of the chief of the Weather Bureau, 1900—1901 (in two volumes). Volume I. U. S. Department of Agriculture. Weather Bureau, Washington: Government Printing Office 1901.

Aloys Froc. The atmosphere in the Far East during the six warm months, its normal state, its perturbations. Hints to navigators. 8°. 85 p. — Atlas of the mean isobars and mean directions of the wind in the Far East. Theil II. (Shanghai Met. S., 1899, 8th Ann. Rep. — Appendix.) Kl.-Qu.-Folio, VII u. 7 Taf. Zi-Ka-Wei, 1901. Ref. von E. Knipping: Peterm. Mitth. **48**, 10, 170, 1902.

J. R. Sutton. Pressure and Temperature results for the great Plateau of South Africa. Quart. J. **28**, 124, 302—304, 1902.

Th. Moureaux. Résumé des observations météorologiques faites à l'observatoire du Parc Saint-Maur. Août 1902. Annu. soc. mét. de France **50**, Septembre-Octobre 1902, 189—190.

W. Rimpau. Die Wirkung des Wetters auf die Zuckerrübenernten der Jahre 1891 bis 1900. Wetter **19**, 10, 232—238, 1902.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant les mois de Avril, Mai, Juin et Juillet 1902. Arch. sc. phys. et nat. **107**, 10, 442—443, 1902.

C. Kassner. Meteorologische Höhenstationen. Wetter **19**, 10, 221—226, 1902.

Uebersicht über die Witterung in Centraleuropa im August 1902. Wetter **19**, 10, 231—232, 1902.

Investigation of the Upper Atmosphere by means of Kites. Quart. J. **28**, 124, 300—302, 1902.

Wilhelm Krebs. Schmelzungs- und Bewegungsvorgänge an ringbildenden Eiswolken der Hochatmosphäre und Verwerthung solcher Beobachtungen für die Witterungs-Prognose Das Weltall **2**, 24, 289—293, 1902.

W. Obolenski. Untersuchungen der Atmosphäre mittels Luftballons und Drachen. Westnik opitnoj fisiki, I. Sem., 7—15, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

W. Ramsay. Les gaz inertes de l'atmosphère. Arch. sc. phys. et nat. **107**, 10, 334—336, 1902.

J. S. Shearer. The heat of vaporization of air. Phys. Rev. **15**, 3, 188—191, 1902.

Bakteriengehalt der Luft auf dem Mont Blanc. Im Auszuge nach: Nature, 17. April, S. 573. Ref.: Met. ZS. 19, 10, 482, 1902.

Hugh Robert Mill. The Cornish dust-fall of January 1902. Quart. J. 28, 124, 229—252, 1902.

2C. Lufttemperatur und Strahlung.

2D. Luftdruck.

2E. Winde und Stürme.

B. Brunhes. Le cyclone de Javaugues (Haute-Loire) du 3 juin 1902. Annu. soc. mét. de France 50, Septembre-Octobre, 190—192, 1902.

T. P. Funder. Tropiske Cyclonstorme med nogle indledende Bemaerkinger om Atmosfaeren. Kopenhagen. 8°. 32 S.

L. Satke. Häufigkeit und Stärke der Winde in Krakau. (Kierunek, droga i chyżosć wiatru w Krakowie. Met. ZS. 19, 10, 473—474, 1902.

Die Barographencurve während des Teifuns vom 2. bis 3. August 1901. Met. ZS. 19, 10, 475, 1902.

Louis Froc. The „De Witte"typhoon August 1—6, 1901. Folio, 20 S. Text, 2 Taf., XII S. Beobachtungen. Zi-Ka-Wei, 1901. Ref. von E. Knipping: Peterm. Mitth. 48, 10, 170—171, 1902.

W. H. Dines and **D. Wilson-Barker.** Report on the wind force experiments on H. M. S. Worcester and at Stoneness Lighthouse. Quart. J. 28, 124, 217—228, 1902.

A. Galle. Seehose. Wetter 19, 10, 238—239, 1902.

2F. Wasserdampf.

Louis Besson. La composante verticale du mouvement des nuages mesurée au néphoscope. Annu. soc. mét. de France 50, Septembre-Octobre, 180—185, 1902.

Distribution of fog in Switzerland. Geographical Journal, October 1902.

2G. Niederschläge.

N. Schiller-Tietz. Ueber die Entstehung des Regens und künstliche Regenerzeugung. Prometheus 14, 683, 100—102, 1902.

J. Michaïlovitch. La pluie en Belgrade. Belgrade, 1902. 8°. 186 S., 3 Bl. In serb. Sprache.

Ueber wolkenbruchartige Regenfälle in Aachen. Im Auszuge aus einem Artikel von Dr. Polis. Ref.: Met. ZS. 19, 10, 485, 1902.

Ergebnisse der Regenmessungen an der Station Kete-Kratyi (Togoland) in den Jahren 1898 bis 1901. Met. ZS. 19, 10, 486, 1902.

Ch. Goutereau. Sur la durée de la pluie au Parc Saint-Maur. Annu. soc. mét. de France 50, Septembre-Octobre, 186—189, 1902.

G. Hellmann. Intensität der Platzregen in Batavia. Met. ZS. 19, 10, 474—475, 1902.

Raimund Rosenthal. Schneefall am 18. Juli 1902 zu Irkutsk. Met. ZS. 19, 10, 475—476, 1902.

2H. Atmosphärische Elektricität.

E. O. Walker. Atmospheric electricity and earth currents. The Electrician 49, 21, 833—834, 1902.

S. Lemström. Ueber die elektrischen Ströme der Luft. J. d. russ. phys.-chem. Ges. 34, 6, 307—314, 1902.

Y. Homma. Studies in atmospheric electricity. Journal of the College of Science, Imperial University, Tokyo, Japan 16, Article 7, 1902, 1—18.

J. Elster und **H. Geitel.** Ueber transportable Apparate zur Bestimmung der Radioactivität der natürlichen Luft. Phys. ZS. 4, 4, 138—140, 1902.

J. Elster und **H. Geitel**. Ueber eine Verbesserung der Ablesung am Exner'schen Elektroskop. Phys. ZS. 4, 4, 137—138, 1902.
A. Pockel. Beobachtungen des elektrischen Zerstreuungsvermögens der Atmosphäre und des Potentialgefälles im südlichen Algier und an der Küste von Tunis. Phys. ZS. 3, 208—210. Met. ZS. 19, 10, 476—479, 1902.
Kugelblitz in Altenburg. Wetter 19, 10, 239, 1902.
Ebert. L'électricité atmosphérique expliquée par la théorie des électrons. Arch. sc. phys. et nat. 107, 10, 336—337, 1902.
C. T. R. Wilson. On radio-active rain. Proc. Cambr. Soc. 11, 6, 428—430, 1902.
Ladislaus von Szalay. Ueber die Eigenthümlichkeit einzelner Blitze. Met. ZS. 19, 10, 479—480, 1902.

2 I. Meteorologische Optik.

K. v. Wesendonk. Zur Erklärung des Phänomens der blauen Sonne. Aus Naturw. Rdsch. 16, 573, 1901. Ref.: Met. ZS. 19, 10, 483—485, 1902.
W. Spring. Le bleu du ciel. Arch. sc. phys. et nat. 107, 10, 340—342, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

2 L. Dynamische Meteorologie.

A. Schmidt. Labile Gleichgewichtszustände in der Atmosphäre. Leipzig, 1902. 8°. S.-A.: Beiträge zur Geophysik 5, 389—400.

2 M. Praktische Meteorologie.

R. Börnstein. Die Verlegung des wettertelegraphischen Dienstes auf eine frühere Stunde. Zweite Mittheilung. Wetter 19, 10, 217—220, 1902.
R. Börnstein. Wetterdienst. Wetter 19, 10, 239—240, 1902.
Blaserna. Les tirs contre la grèle et la conférence de Graz. Arch. sc. phys. et nat. 107, 10, 358—361, 1902.
R. Börnstein. Die Grazer Wetterschiess-Conferenz vom 21. bis 24. Juli dieses Jahres. Himmel und Erde 15, 2, 59—64, 1902.
C. Le Maoût. Météorologie. Lettres sur le tir du canon et ses conséquences au point de vue agricole. Havre, 1902. 8°. III u. 43 S.

2 N. Kosmische Meteorologie.

Max Jacobi. Der Einfluss von Mond und Planeten auf die irdischen Witterungsverhältnisse. Das Weltall 2, 24, 296—298, 1902.
Solar and meteorological changes. Quart. J. 28, 124, 281—282, 1902.
A. Wolfer. Provisorische Sonnenflecken-Relativzahlen. Met. ZS. 19, 10, 487, 1902.

2 O. Meteorologische Apparate.

W. Foerster. Der Assmann'sche Meteorograph. Mitth. Ver. Freund. der Astron. und kosm. Phys. 12, 9, 99—100, 1902.

2 P. Klimatologie.

C. Contejean. Le climat de Montbéliard. Montbéliard, 1902. 8°. 25 S.
Francis Campbell Bayard. English Climatology, 1891—1900. Quart. J. 28, 124, 253—281, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3 B. Theorien der Erdbildung.

8 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

F. Richarz und **O. Kriegar-Menzel.** Bemerkungen zu dem auf dem internationalen Physiker-Congress zu Paris von Herrn C. V. Boys über die Gravitationsconstante und die mittlere Dichtigkeit der Erde erstatteten Bericht. Mitth. a. d. naturw. Verein f. Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald 33, 1—8, 1901.

H. Nagaoka, S. Shinjō und **R. Ōtani.** Absolute Messung der Schwerkraft in Kyōto, Kanazawa, Tōkyō und Mizusawa mit Reversionspendeln ausgeführt. J. of the College of Science, Imperial University, Tōkyō, Japan 16, Article 11, 1—90, 1902.

H. M. Wilson, J. H. Renshawe, E. M. Douglas, and **R. U. Goode.** Results of primary triangulation and primary traverse Fiscal Year 1900/01. United States Geological Survey. Charles D. Walcott, Director. Washington, Government Printing Office 1901.

H. M. Wilson, J. H. Renshawe, E. M. Douglas, and **R. U. Goode.** Results of spirit leveling, Fiscal Year 1900/01. United States Geological Survey. Charles D. Walcott, Director. Washington, Government Printing Office 1901.

A. Marcuse. Ergebnisse der Polhöhenbeobachtungen in Berlin, ausgeführt in den Jahren 1889, 1890 und 1891 am Universal-Transit der Königlichen Sternwarte. gr. 4°. 29 S. Berlin, G. Reimer, 1902. Ref. von E. Hammer: Peterm. Mitth. 48, 10, 178, 1902.

8 D. Boden- und Erdtemperatur.

W. L. Dallas. Earth temperature observations recorded in upper India. Quart. J. 28, 124, 283—299, 1902.

8 E. Vulcanische Erscheinungen.

Edmund Otis Hovey. Observations on the Eruptions of 1902 of La Soufrière, St. Vincent, and Mt. Pelée, Martinique. Sill. J. 14, 83, 319—350, 1902.

Tempest Anderson und **John S. Flett.** Vorläufiger Bericht über die jüngste Eruption der Soufrière auf St. Vincent und über einen Besuch des Mont Pelée auf Martinique (Schluss). Proc. roy. soc. 70, 423—445, 1902.

A. Lacroix. Nouvelles observations sur les éruptions volcaniques de la Martinique. C. R. 135, 17, 672—674, 1902.

Dubail. L'éruption volcanique qui s'est produite à l'île Torishima. C. R. 135, 16, 620, 1902.

Häpke. Vulcanische Asche von Martinique. Himmel und Erde 15, 2, 89—92, 1902.

8 F. Erdbeben.

A. Schmidt. Bericht der Erdbebencommission über die vom 1. März 1901 bis 1. März 1902 in Württemberg und Hohenzollern beobachteten Erdbeben. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, S. 389, 1902.

R. D. Oldham. The Turkestan earthquake of August 22. Nature 67, 1723, 8—9, 1902.

E. Rockstroh. Earthquake in Guatemala. Nature 150, 150, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

A. Schmidt. Aufgaben und Einrichtungen eines erdmagnetischen Recheninstituts. Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte 73, Hamburg, II. Th., 191—199, 1902.

E. E. Barnard. Observations of the Aurora made at the Yerkes Observatory, 1897—1902. Astrophys. J. 16, 3, 135—144, 1902.

H. Stassano. Influence des basses pressions barométriques sur la fréquence des aurores polaires. (Annu. de G. 1892, 11. Jahrg., 55, p. 1—13, 2 K.) Ref. von A. Schmidt, Potsdam: Peterm. Mitth. **48**, 10, 169, 1902.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

W. Noorduyn. Beginselen der maritieme meteorologie en oceanografie. Gorichem, § 902. 8°. IV, 96 S., 1 Karte.

Gerhard Schott. Die Vertheilung des Salzgehaltes im Oberflächenwasser der Oceane. Peterm. Mitth. **48**, 10, 217—223, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

O. Pettersson. Resultaten af den intern. undersökningen af norra Europas djupa sjöar och innanhaf år 1900. (Svenska Vet.-A. Handl. 1902, **28**. Afd. II, Nr. 2.) Ref. von Halbfass: Peterm. Mitth. **48**, 10, 177, 1902.

Eduard Suess. Ueber heisse Quellen. Vortrag, gehalten in der Gesammtsitzung beider Hauptgruppen der 74. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Karlsbad am 24. September 1902. Naturw. Rdsch. **17**, 46, 585—588 u. 47, 597—600, 1902.

Ed. Sarasin. L'histoire de la théorie des seiches. Arch. sc. phys. et nat. **107**, 10, 330—333, 1902.

8 O. Eis, Gletscher, Eiszeit.

H. H. Kimball. Ice caves and frozen wells as meteorological phenomena. (S.-A. aus Monthly Weather Rev. for August 1901.) Ref. von Greim: Peterm. Mitth. **48**, 10, 171, 1902.

Max Hildebrandt. Die Eiszeiten der Erde, ihre Dauer und ihre Ursachen. XVI u. 128 S. Berlin, L. A. Kuntze, 1901.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel Reine Physik — **Richard Assmann** Kosmische Physik

I. Jahrg. 30. December 1902. Nr. 24.

Das Litteraturverzeichniss der „Fortschritte der Physik" soll die Titel und Citate aller auf physikalischem Gebiete erfolgenden in- und ausländischen Publicationen, nach Materien geordnet, möglichst schnell bekanntgeben. Zur Erreichung dieses Zieles werden die Herren Fachgenossen um Zusendung ihrer Publicationen, namentlich solcher, die in weniger bekannten Zeitschriften oder als Monographien erfolgen, an die Verlagsbuchhandlung von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig gebeten.

Inhalt.

Heft 24 enthält die Titel aller der Redaction in der Zeit vom 5. bis 19. December 1902 zugänglich gewordenen Publicationen.

Die Referate werden für die Abschnitte I. und II. in der ersten; III. bis V. in der zweiten, VI. in der dritten Abtheilung der „Fortschritte der Physik" enthalten sein.

I. Allgemeine Physik.

1a. Lehrbücher. Unterricht. Biographien. Geschichtliches. Allgemeines.

J. Basin. Leçons de physique (Acoustique, Optique, Electricité et Magnétisme) à l'usage des élèves de seconde moderne, des aspirants aux baccalauréats, d'ordre scientifique et des candidats aux écoles du gouvernement. 5 éd. 490 S. Paris, libr. Nony et Cie., 1903.

C. Haraucourt. Physique, à l'usage des élèves des classes de seconde et de première (sections A et B, C et D). 612 S. Paris, libr. André fils, 1902.

G. M. Hopkins. Experimental Science: Elementary, Practical, and Experimental Physics. 1108 S. London, Spon, 1902.

Joh. Kleiber. Lehrbuch der Physik für realistische Mittelschulen. 3. Aufl. Lösungen zu den Aufgaben. 24 S. München, R. Oldenbourg, 1902.

Mme. L. Margat L'Huillier. Leçons de physique (Acoustique, Optique, Magnétisme et Electricité) à l'usage des élèves de quatrième et de cinquième années de l'enseignement secondaire des jeunes filles et des aspirantes au brevet supérieur. 2 éd. 357 S. Paris, libr. Nony et Cie., 1903.

Arthur A. Noyes. General Principles of Physical Science. 172 S. New York, Henry Holt and Co., 1902.

Karl Rosenberg. Lehrbuch der Physik für Mädchenlyceen. 3 Theile. 1. Einleitung. Molekularkräfte. Schwerkraft. Wärme. IV u. 44 S. 2. Mechanik. Akustik. IV u. 98 S. 3. Magnetismus. Elektricität. Optik. V u. 93 S. Wien, A. Hölder, 1902.

W. Weiler. Physikbuch, mit in den Text eingedruckten farbigen Abbildungen. Ein Lehrbuch der Physik für den Schulgebrauch und zur Selbstbelehrung. 5. Optik, Lehre vom Licht. III, VIII, 139, XIV u. V S. Esslingen, J. F. Schreiber, 1902.

J. C. Evans. Physico-Chemical Tables for Analists, Physicists, Chemical Manufacturers, and Scientific Chemists. 1. Chemical Engineering and Physical Chemistry. 580 S. London, Griffin, 1902.

E. Mach. Populär-wissenschaftliche Vorlesungen. 3. Aufl. XI u. 403 S. Leipzig, Verlag von Joh. Ambr. Barth, 1903.

A. Smith and **E. Hall.** The Teaching of Chemistry and Physics. XIII u. 377 S. London and Bombay, Longmans, Green and Co., 1902.

Ròiti. Riccardo Felici. Linc. Rend. (5) 11 [2], 285—295, 1902.

T. E. Thorpe. Sir William Roberts-Austen. Nature 67, 105—107, 1902.

Claudius Saunier. Die Geschichte der Zeitmesskunst von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Ins Deutsche übersetzt und neu bearbeitet von Gust. Speckhart, in 20—25 Lief. 1. Lief. III u. S. 1—48. Bautzen, E. Hübner, 1902.

1b. Maass und Messen.

E. Hegemann. Uebungsbuch für die Anwendung der Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate auf die praktische Geometrie. 2. Aufl. VI u. 169 S. Berlin, P. Parey, 1902.

Loewy. Sur la Précision des Mesures Photographiques: Réponse à deux Notes de M. H. C. Plummer. Month. Not. Roy. Astron. Soc. 53, 2—14, 1902.

H. C. Plummer. On the Accuracy of Photographic measures. Third Note: Reply to M. Loewy. Month. Not. Roy. Astron. Soc. 53, 14—15, 1902.

1c. Apparate für Unterricht und Laboratorium.

E. Grimsehl. Neue Apparate und Versuchsanordnungen. Unterrichtsbl. f. Mech. u. Naturw. 8, 134—136, 1902.

Beiträge zur Laboratoriumseinrichtung. Ber. üb. App. u. Anl. v. Leppin u. Masche 1, 29—32, 1902.

Robert Leimbach. Pyknometer. Journ. f. prakt. Chem. (N. F.) 66, 475—477, 1902.

2. Dichte.

W. Spring. Ueber die Dichte des Cuprojodids. Rec. Trav. Pays-Bas 20, 79—80, 1901; 21, 294, 1902. [ZS. f. phys. Chem. 42, 245—246, 1902.

3. Physikalische Chemie.

J. C. Evans. Physico-Chemical Tables for Analists, Physicists, Chemical Manufacturers and Scientific Chemists. 1. Chemical Engineering and Physical Chemistry. 580 S. London, Griffin, 1902.

Th. W. Richards. Die Bedeutung der Aenderung des Atomvolums. III. ZS. f. phys. Chem. 42, 129—154, 1902.

E. Warburg. Ueber spontane Desozonisirung. Ann. d. Phys. (4) 9, 1286—1303, 1902.

Julius Meyer. Ueber die Umwandlung polymorpher Substanzen. ZS. f. anorg. Chem. 33, 140—148, 1902.

Alexander Smith. On Causes which determine the Formation of Amorphous Sulphur. Proc. Roy. Edinburgh Soc. 24, 342—343, 1902.

Alexander Smith. Amorphous Sulphur and its Relation to the Freezing Point of Liquid Sulphur. Proc. Roy. Edinburgh Soc. 24, 299—301, 1902.

Feliks Hortyński. Ionizacya gazów i rozkład atomu. (L'ionisation des gaz et la décomposition de l'atome.) 35 S. Sprawozdanie Dyrekcyi, Przemyśl, 1902.

James Walker. Das Gleichgewicht zwischen Harnstoff und Ammoniumcyanat. ZS. f. phys. Chem. 42, 207—208, 1902.

J. D. van der Waals. Systèmes ternaires. Arch. Néerl. (2) 7, 343—442, 1902.

Franz Küspert. Colloïdales Silber. Chem. Ber. 35, 4066—4070, 1902.

Franz Küspert. Colloïdales Silber und Gold. Chem. Ber. 35, 4070—4071, 1902.

3a. Krystallographie.

Lord Kelvin. Molecular Dynamics of a Crystal. Proc. Roy. Edinburgh Soc. 24, 205—224, 1902.

Tadeusz Rotarski. Krysztaly ciekle. (Sur les cristaux liquides.) Chem. Pols. 2, 467—470, 1902.

Rudolf Schenck. Ueber die Natur der flüssigen Krystalle. Ann. d. Phys. (4) 9, 1053—1060, 1902.

Charpy. Constitution des aciers et ses relations avec leurs propriétés électriques et magnétiques. Soc. intern. des électr., 3 Dec. 1902. [Éclair. électr. 33, 387—389, 1902.

A. Johnsen. Biegungen und Translationen. Neues Jahrb. f. Min. 1902, 2, 133—153.

4. Mechanik.

Boleslaw Biegeleisen. Rozwój pojęcia ruchu w mechanice. (L'évolution de la notion du mouvement en Mécanique.) Przegl. filoz. Warszawa 5, 17—35, 1902.

Wladyslaw Natanson. Inercya i koercya. Dwa pojęcia ogólne w teoryi zjawisk fizycznych. (Inertie et coercition. Deux notions générales de la Philosophie naturelle.) 20 S. Krakau, 1902.

C. V. Boys. The Conservation of Mass. Nature 67, 103, 1902.

H. A. Lorentz. Considérations sur la pesanteur. Arch. Néerl. (2) 7, 325—342, 1902.

The Laws of Gravitation. Memoirs by Newton, Bouguer and Cavendish; together with abstracts of other important memoirs. Translated and edited by A. Stanley Mackenzie. Harper's Scientific Memoirs. IX. New York and London, Harper and Brothers.

D'Arsonval. Pendule de Foucault simplifié. C. R. 135, 832—873, 1902.

G. Guglielmo. Intorno a due modi per determinare il raggio di curvatura della superficie dello spigolo nei coltelli delle bilancie e dei pendoli. Lincei Rend. (5) 11 [2], 263—271, 1902.

Oskar Perron. Ueber die Drehung eines starren Körpers um seinen Schwerpunkt bei Wirkung äusserer Kräfte. 43 S. Diss. München, 1902.

F. A. Schulze. Die Schwingungsdauer und Dämpfung asymmetrischer Schwingungen. Ann. d. Phys. (4) 9, 1111—1123, 1902.

K. Żorawski. O zachowaniu ruchu wirowego. (Sur la conservation du mouvement tourbillonnaire.) Kraków, Rozpr. Akad. 39, 236—250, 1902.

Tait. Quaternion Notes. Proc. Roy. Edinburgh Soc. 24, 344, 1902.

W. Peddie. On the Use of Quaternions in the Theory of Screws. Proc. Roy. Edinburgh Soc. 24, 314—320, 1902.

5. Hydromechanik.

J. H. Jeans. On the Equilibrium of Rotating Liquid Cylinders. 38 S. London, Dulau, 1902.

S. Skinner. On cavitation in liquids, and its occurrence in lubrication. Phil. Soc. Cambridge, Nov. 10, 1902. [Nature 67, 119, 1902.

Lukasz J. Bodaszewski. Teorya ruchu wody na zasadzie ruchu chu falowego. Część pierwsza. (Théorie des eaux courantes, fondée sur le principe du mouvement ondulatoire.) Arch. Nauk. 1, 1—128, 1902.

6. Aeromechanik.

The Free Expansion of Gases. Memoirs by Gay-Lussac, Joule and Joule and Thomson. Translated and edited by J. S. Ames. Harper's Scientific Memoirs I. New York and London, Harper and Brothers.

The Laws of Gases. Memoirs by Robert Boyle and E. H. Amagat. Translated and edited by Carl Barus. Harper's Scientific Memoirs V. New York and London, Harper and Brothers.

E. Vallier. Sur la loi des pressions dans les bouches à feu. C. R. 135, 842—845, 1902.

F. Neesen. Bestimmung der Geschwindigkeit und Umdrehungszahl eines Geschosses am Ende der Flugbahn. Verh. D. phys. Ges. 4, 380—384, 1902.

Emilio Oddone. Abbrennen einer Ladung von 10000 kg Schiesspulver in einem Granitbruche. Rend. Lomb. 34, 1902. [Nat. Rdsch. 17, 659—660, 1902.

7. Cohäsion.

7a. Elasticität.

Wilhelm Schlink. Ueber die Deformation von Häuten rhombischer Structur unter Einwirkung von Umfangskräften, die in der Ebene der Haut liegen. 79 S. Diss. München, 1902.

Clemens Schaefer. Ueber die Elasticitätszahlen einiger Stoffe mit niedrigem Schmelzpunkt. Ann. d. Phys. (4) 9, 1124—1127, 1902.

7b. Capillarität.

G. Quincke. Die Oberflächenspannung an der Grenze wässeriger Colloidlösungen von verschiedener Concentration. Ann. d. Phys. (4) 9, 969—1045, 1902.

Leo Grunmach. Neue, nach der Capillarwellenmethode ausgeführte Bestimmungen der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten. Ann. d. Phys. (4) 9, 1261—1285, 1902.

7c. Lösungen.

J. Traube. Ueber die modernen Lösungstheorien. Chem.-Ztg. 26, 1071—1074, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 1401—1402.

The Modern Theory of Solution. Memoirs by Pfeffer, Van't Hoff, Arrhenius, and Raoult. Translated and edited by Harry C. Jones. Harper's Scientific Memoirs IV. New York and London, Harper and Brothers.

A. Hantzsch. Ueber das Verhalten von Natriumsulfat in wässeriger Lösung. ZS. f. phys. Chem. 42, 202—206, 1902.

Karl Schick. Die Löslichkeit des rothen und gelben Quecksilberoxyds und seine Dissociation. ZS. f. phys. Chem. 42, 155—173, 1902.

Alf Sinding-Larsen. Schichtbildung in Lösungen. Pseudomoleculverbindungen. Ann. d. Phys. (4) 9, 1186—1197, 1902.

Bakhuis Roozeboom. Salzlösungen mit zweierlei Kochpunkt und damit zusammenhängende Erscheinungen. Versl. Kon. Akad. v. Wet. te Amsterdam 10, 350—357, 1901. [ZS. f. phys. Chem. 42, 251—252, 1902.

H. v. Steinwehr. Ueber den angeblichen Umwandlungspunkt des Cadmiumsulfat-Hydrats $CdSO_4$, $^8/_3 H_2O$. Ann. d. Phys. (4) 9, 1046—1052, 1902.

C. Barus. Jonization of Nuclei Produced by Violent Agitation of Diulte Solutions. Sill. Journ. (4) 14, 459—460, 1902.

J. D. van der Waals. Systèmes ternaires. Arch. Néerl. (2) 7, 343—442, 1902.

7d. Diffusion.

Józef Janiów. Dyfuzya gazów i par. (La diffusion des gaz et des vapeurs.) Sprawozdanie Dyrekcyi, Jaroslaw, 41 S. 1902.

Tadeusz Godlewski. O ciśnieniu osmotycznem niektórych roztworów, obliczonem na podstawie sil elektromotorycznych ogniw koncentracyjnych. (Sur la pression osmotique de quelques dissolutions calculée d'après les forces électromotrices des piles de concentration. Rozpr. Akad. 42, 99—116, 1902.

7e. Absorption und Adsorption.

F. Kohlrausch. Ueber Wasser in einigen Beziehungen zur Luft. ZS. f. phys. Chem. **42**, 193—201, 1902.

II. Akustik.

8. Physikalische Akustik.

A. W. Witkowski. O prędkości glosu w powietrzu zgęszczonem. (Sur la vitesse du son dans l'air comprimé.) Kraków, Rozpr. Akad. **39**, 1—27, 1902.

Josef Nabl. Ueber die Longitudinalschwingungen von Stäben mit veränderlichem Querschnitte. S.-A. Wien. Ber. **111** [2a], 846—856, 1902.

L. Azoulay. Reproduction en nombre illimité des phonogrammes en cire, pour musées phonographiques, par le moulage galvanoplastique. Procédé par fusion et procédé par compression et chaleur combinées. C. R. **135**, 879—880, 1902.

9. Physiologische Akustik.

III. Optik.

10. Allgemeine Theorie des Lichtes.

The Wave Theory of Light. Memoirs by Huygens, Young, and Fresnel Edited by Henry Crew. Harper's Scientific Memoirs X. New York and London, Harper and Brothers.

A. Korn und K. Stoeckl. Studien zur Theorie der Lichterscheinungen. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1138—1148, 1902.

Lord Rayleigh. Does Motion through the Aether cause Double Refraction? Phil. Mag. (6) **4**, 678—683, 1902.

11. Fortpflanzung des Lichtes, Spiegelung, Brechung und Dispersion.

Até. Traité d'Optique photographique. 224 S. Paris, 1902.

Perrotin. Vitesse de la lumière; parallaxe solaire. C. R. **135**, 881—884, 1902.

G. Lippmann. Sur la visée d'une surface de mercure éclairée par un faisceau de lumière horizontal. C. R. **135**, 831—832, 1902.

H. C. Plummer. On the Images formed by a Parabolic Mirror. Second Paper: Influence on the Measurement and Reduction of a Photograph. Month. Not. Roy. Astron. Soc. **53**, 16—26, 1902.

Arthur Kerber. Beitrag zur Theorie der Anastigmat-Linsen. Der Mechaniker **10**, 269—270, 1902.

Kazimierz Noiszewski. Znaczenie pochlaniania i zalamania w powietrzni promieni slonecznych dla objawu Purkinjego i adaptacyi siatkówki. (Sur le rôle de l'absorption et de la réfraction atmosphérique des rayons solaires dans le phénomène de Purkinje et dans l'adaptation de la rétine.) Postęp okul. **4**, 49—56, 86—93, 121—128, 239—245, 1902.

12. Objective Farben, Spectrum, Absorption.

Prismatic and Diffraction Spectra. Memoirs by Joseph von Fraunhofer. Translated and edited by J. S. Ames. Harper's Scientific Memoirs II. New York and London, Harper and Brothers.

The Laws of Radiation and Absorption. Memoirs by Prévost, Stewart, Kirchhoff, and Kirchhoff and Bunsen. Translated and edited by D. B. Brace. Harper's Scientific Memoirs XV. New York and London, Harper and Brothers.

John Trowbridge. The Spectra of Hydrogen and Reversed Lines in the Spectra of Gases. Sill. Journ. (4) 14, 457—459, 1902.

C. Piazzi Smyth. Does the Spectrum-place of the Sodium lines vary in different Azimuths? Proc. Roy. Edinburgh Soc. 24, 225—232, 1902.

Hans Lehmann. Photographie des ultrarothen Eisenspectrums. Ann. d. Phys. (4) 9, 1330—1333, 1902.

13. Photometrie.

Hermann Zahn. Photometrie gefärbter Flammen. 42 S. Diss. München, 1902.

14. Phosphorescenz und Fluorescenz.

(Becquerel- und verwandte Strahlen.)

E. O. de Visser. Versuch einer Theorie der Phosphorescenz von langer Dauer, speciell der der Erdalkalisulfide. Rec. Trav. Pays-Bas. 20, 434—456, 1901. [ZS. f. phys. Chem. 42, 248, 1902.

Paul Köthner. Selbststrahlende Materie, Atome und Elektronen. ZS. f. angew. Chem. 15, 1153—1168, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 1398—1399, 1902.

L. Graetz. Ueber eigenthümliche Strahlungserscheinungen. Ann. d. Phys. (4) 9, 1100—1110, 1902.

Kelvin. Becquerel Rays and Radio-activity. Nature 67, 103, 1902.

E. Rutherford und **F. Soddy.** Die Ursache und Natur der Radioactivität. II. Theil. ZS. f. phys. Chem. 42, 174—192, 1902.

E. Rutherford and **F. Soddy.** Note on the Condensation Points of the Thorium and Radium Emanations. Chem. Soc. London, 19. Nov. 1902. [Chem. News 86, 291, 1902.

P. Curie. Sur la constante de temps caractéristique de la disparition de la radioactivité induite par le radium dans une enceinte fermée. C. R. 135, 857—859, 1902.

W. Marckwald. Ueber den radioactiven Bestandtheil des Wismuths aus Jochimsthaler Pechblende. Chem. Ber. 35, 4239—4240.

Charles Soret. Sur la sensibilité radiophonique du chlorure d'argent. Arch. sc. phys. et nat. (4) 14, 560—563, 1902.

G. B. Pegram. On the electrolysis of solutions of radioactive salts. New York acad. of sc., Nov. 3, 1902. [Science (N. S.) 16, 907, 1902.

E. Rutherford and **S. J. Allen.** Excited Radioactivity and Jonization of the Atmosphere. Phil. Mag. (6) 4, 704—723, 1902.

15a. Interferenz, Beugung, Polarisation.

15b. Drehung und Polarisationsebene.

P. Zeeman. Observations sur la rotation magnétique du plan de polarisation dans une bande d'absorption. Arch. Néerl. (2) 7, 465—472, 1902.

15c. Krystalloptik, Doppelbrechung.

L. Milch. Ueber eine Schmelze von Quarzkörnern und Kalk. Centralbl. f. Min. 1902, 713—717.

16. Chemische Wirkungen des Lichtes.

Giacomo Ciamician und **P. Silber.** Chemische Lichtwirkungen. Chem. Ber. 35, 4128—4131, 1902.

Karl Schaum und **Victor Bellach.** Verhältniss der Silberkornzahl im fertigen Negativ zur Bromsilberkornzahl in der Emulsionsschicht. Phys. ZS. 4, 177—181, 1902.

17. Physiologische Optik.

Franz Exner. Ueber die Grundempfindungen im Young-Helmholtz'schen Farbensystem. S.-A. Wien. Ber. **111** [2a], 857—877, 1902.
Maurice Dupont. Appareil pour déterminer la durée des impressions lumineuses sur la rétine. C. R. **135**, 876—878, 1902.
Kazimierz Noiszewski. Znaczenie pochlaniania i załamania w powietrzni promieni słonecznych dla objawu Purkinjego i adaptacyi siatkówski. (Sur le rôle de l'absorption et de la réfraction atmosphérique des rayons solaires dans le phénomène de Purkinje et dans l'adaptation de la rétine.) Postęp. okul. **4**, 49—56, 86—93, 121—128, 239—245, 1902.
P. Zeeman. Un phénomène subjectif dans l'oeil. Arch. Néerl. (2) **7**, 318—319, 1902.
E. Mercadier. Sur la construction d'électrodiapasons à longues périodes variables. C. R. **135**, 898, 1902.
E. G. A. Ten Siethoff. Explication du phénomène entoptique découvert par M. Zeeman. Arch. Néerl. (2) **7**, 320—324, 1902.

18. Optische Apparate.

A. u. L. Lumière. Das Photorama. Der Mechaniker **10**, 267—268, 1902.

IV. Wärmelehre.

19a. Allgemeine Wärmetheorie. Erster Hauptsatz.

Heat, Light, and Sound. — Matriculation Model Answers: being London University Matric. Papers in Heat, and Light from June 1891 to June 1898, and in Heat, Light and Sound, for Sept. 1902. 130 S. (Univers. Tut.-Series) London, Clive, 1902.

19b. Zweiter Hauptsatz. Anwendung beider Hauptsätze auf thermische Vorgänge.

Jacob T. Wainwright. The Fallacy of the Second Law of Thermodynamics an the Feasibility of Transmuting Terrestrial Heat into Available Energy. Read July 2, 1902, at the Pittsburg Meeting of the „Physical Section" of the Amer. Ass. for the Advanc of Science. 11 S. Chicago, 1902.
The Second Law of Thermodynamics. Memoirs by Carnot, Clausius and Thomson. Translated and edited by W. F. Magie. Harper's Scientific Memoirs VI. New York and London, Harper Brothers.
K. v. Wesendonck. Ueber die Ungleichung von Clausius und die sogenannten dauernden Aenderungen. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1133—1137, 1902.
G. Bakker. Die innere Verdampfungswärme einer Flüssigkeit. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1128—1132, 1902.
Clemens Schaefer. Die kritischen Daten und ihre Bedeutung für die Condensation der Gase. ZS. d. Ver. D. Ing. **46**, 1902—1905, 1902.

19c. Kinetische Theorie der Materie.

R. W. Wood. The kinetic theory and the expansion of a compres gas into a vacuum. Science (N. S.) **16**, 908—909, 1902.

19d. Technische Anwendungen.

Gottlieb Behrend. Die Abwärme-Kraftmaschine (System Behrend-Zir mann). Verfahren, mechanische Arbeit durch Abwärme zu er sowie eine wesentliche Erhöhung des thermischen Wirkungsgra Dampfmaschine. 32 S. Halle a.S., Verlag von Wilhelm Knapp
A. Krebs. Sur un carburateur automatique pour moteurs à e C. R. **135**, 894—897, 1902.

20. Ausdehnung und Thermometrie.

The Expansion of Gases by Heat. Memoirs by Dalton, Gay-Lussac, Regnault and Chappuis. Translated and edited by Wyatt W. Randall. Harper's Scientific Memoirs XIV. New York and London, Harper and Brothers.

The measurement of temperature by electrical means. Chem. News **86**, 273—274, 1902.

21. Quellen der Wärme. Thermochemie.

E. Cohen. Die experimentelle Bestimmung der fictiven Lösungswärme. Versl. Kon. Akad. v. Wet. te Amsterdam **9**, 285—290, 1901. [ZS. f. phys. Chem. **42**, 248—249, 1902.

Hans Goldschmidt. Aluminothermie (II. Theil). Phys. ZS. **4**, 194—200, 1902.

22. Aenderungen des Aggregatzustandes.

22a. Schmelzen und Erstarren.

22b. Sieden und Sublimiren, Condensation.

C. Roth. Ueber Metalldestillation und über destillirte Metalle. Diss. Basel, 1902.

S. Young. Note on Mixtures of Constant Boiling-point. Chem. Soc. London 19. Nov. 1902. [Chem. News **86**, 290, 1902.

S. Young and Miss **E. C. Fortey.** The Vapour Pressures and Boiling-points of Mixed Liquids. Chem. Soc. London, 19. Nov. 1902. [Chem. News **86**, 290—291, 1902.

S. Young. The Vapour Pressures and Boiling-points of Mixed Liquids. Chem. Soc. London, 19. Nov. 1902. [Chem. News **86**, 291, 1902.

K. T. Fischer und **H. Alt.** Siedepunkt, Gefrierpunkt und Dampfspannung des reinen Stickstoffs bei niedrigen Drucken. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1149—1185, 1902.

23. Calorimetrie.

J. E. Mills. Suggested Modification of the Law of Dulong and Petit. Elisha Mitchell Scientific Soc., Nov. 11, 1902. [Science (N. S.) **16**, 907—908, 1902.

24. Verbreitung der Wärme.

24a. Wärmeleitung.

L. Austin. Ueber den Wärmedurchgang durch Heizflächen. ZS. d. Ver. D. Ing. **46**, 1890—1894, 1902.

Wladyslaw Natanson. O przewodnictwie cieplnem poruszającego się gazu. (Sur la conductibilité calorifique d'un gaz en mouvement.) Kraków, Rozpr. Akad. **42**, 70—77, 1902.

24b. Wärmestrahlung.

Nils Ekholm. Ueber Emission und Absorption der Wärme und deren Bedeutung für die Temperatur der Erdoberfläche. Meteorolog. ZS. **19**, 489—505, 1902.

V. Elektricitätslehre.

25. Allgemeine Theorie der Elektricität und des Magnetismus.

(Hierunter auch elektrische Schwingungen, Dielektricität.)

Wilh. Biscan. Was ist Elektricität? Eine Studie über das Wesen der Elektricität und deren causalen Zusammenhang mit den übrigen Naturkräften. IV u. 80 S. Leipzig, Hachmeister und Thal, 1902.



Carvallo. Sur l'application de la loi des travaux virtuels aux phénomènes naturels. Soc. Franç. de Phys. Nr. 186, 3, 1902.

William Sutherland. The Electric Origin of Molecular Attraction. Phil. Mag. (6) **4**, 625—645, 1902.

A. **Wüllner** und **Max. Wien.** Ueber die Elektrostriction des Glases. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1217—1260, 1902.

W. **Feussner.** Ueber Stromverzweigung in netzförmigen Leitern. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1304—1329, 1902.

W. **Stahl.** Ueber Licht- und elektrische Wellen, Funken- oder Wellentelegraphie, Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen, Becquerelstrahlen, Elektronen und Urmaterie in kurzfasslicher Darstellung. 38 S. Leipzig, A. Felix, 1902.

A. **Battelli** und L. **Magri.** Ueber oscillatorische Entladungen. II. Theil: Experimentelle Resultate. Phys. ZS. **4**, 181—189, 1902.

Hj. **Tallqvist.** Ueber die oscillatorische Entladung eines Condensators bei grösserem Werthe des Widerstandes des Stromkreises. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1083—1099, 1902.

P. **Duhem.** Sur l'analogie entre les rayons X et les oscillations hertziennes. C. R. **135**, 845, 1902.

G. **Grundmann.** Der Schreiber'sche Nadelcohärer. Meteorol. ZS. **19**, 531—532, 1902.

F. **Braun.** Entgegnung auf die Bemerkung des Herrn Slaby. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1334—1338, 1902.

C. O. **Maillaux.** Notes on the plotting of speed-time curves. S.-A. Trans. Amer. Inst. of Electr. Engin. **19**, 1035, 1902.

26. Quellen der Elektricität.

K. **Zakrzewski.** O sile elektromotorycznej, powstającej wskutek ruchu cieczy w wysrebrzonej rurce szklanej. (Sur la force électromotrice produite par le mouvement d'un liquide dans un tube de verre argenté.) Kraków, Rozpr. Akad. **39**, 258—263, 1902.

27. Elektrostatik.

28. Batterieentladung.

A. **Battelli** und L. **Magri.** Ueber oscillatorische Entladungen. 2. Theil. Experimentelle Resultate. Phys. ZS. **4**, 181—189, 1902.

R. **Swyngedauw.** Sur l'influence de la vitesse de charge d'un excitateur. Sur l'allongement de sa distance explosible par la lumière ultraviolette. Soc. Franç. de Phys. Nr. 186, 3—4, 1902.

E. **Warburg.** Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Spitzenentladung. Berl. Ber. 1902, 1062—1067.

29. Galvanische Ketten.

Johannes Zacharias. Das neueste Stadium der Entwickelung der Trockenelemente. Centralbl. f. Accum.-, Elem.- u. Accumob.-Kde. **3**, 309—310, 1902.

30. Galvanische Mess- und Hülfsapparate.

M. **Mörk.** Die Bekämpfung der vagabundirenden Ströme. Elektrot. ZS. **23**, 1069—1070, 1902.

D. A. **Goldhammer.** Ueber die Theorie des Flüssigkeitsunterbrechers. Ann. d. Phys. (4) **9**, 1070—1082, 1902.

31. Elektrische Maasse und Messungen.

J. **Patterson.** On the Electrical Properties of Thin Metal Films. Phil. Mag. (6) **4**, 652—678, 1902.

Charpy. Constitution des aciers et ses relations avec leurs propriétés électriques et magnétiques. Soc. intern. des électr., 3 Dec. 1902. [Éclair. électr. **33**, 387—389, 1902.

W. A. Roth. Elektrisches Leitvermögen von Kaliumchlorid in Wasser-Aethylalkoholgemischen. ZS. f. phys. Chem. 42, 209—224, 1902.

Georges Moreau. Sur l'ionisation d'une flamme salée. C. R. 135, 898—900, 1902.

82. Elektrochemie.

Peter Gerdes. Einführung in die Elektrochemie. Nach der elektrolytischen Dissociationstheorie bearbeitet. VIII u. 123 S. Halle a. S., Verlag von Wilhelm Knapp, 1902.

Jahrbuch der Elektrochemie. Berichte über die Fortschritte des Jahres 1901. Herausgegeben von Heinrich Danneel. 8. IX u. 725 S. Halle a. S., Verlag von Wilhelm Knapp, 1902.

The Fundamental Laws of Electrolytic Conduction. Memoirs by Faraday, Hittorf and F. Kohlrausch. Translated and edited by H. M. Goodwin. Harper's Scientific Memoirs VII. New York and London, Harper and Brothers.

E. C. Franklin und **H. P. Cady.** Ionenwanderungsgeschwindigkeit in flüssigem Ammoniak. Electrochemical Industry. Vol. I, Nr. I. Elektrochem. ZS. 9, 198, 1902.

A. A. Noyes u. **G. V. Sammet.** Die äquivalente Beweglichkeit des Wasserstoffions, aus Ueberführungsversuchen mit Salzsäure abgeleitet. Journ. Amer. Chem. Soc. 24, 944—968, 1902. [Chem. Centralbl. 1902, 2, 1400—1401.

Heinrich Paweck und **Walther Burstyn.** Eine neue voltametrische Wage. Elektrochem. ZS. 9, 183—184, 1902.

L. Houllevigue. Préparation de lames minces métalliques par projection cathodique. Soc. Franç. de Phys. Nr. 186, 2, 1902.

André Brochet et **C. L. Barillet.** Sur les électrodes bipolaires. C. R. 135, 854—857, 1902.

J. J. van Laar. Sur l'asymétrie de la courbe électrocapillaire. Arch. Néerl. (2) 7, 443—459, 1902.

F. W. Küster und **A. Thiel.** Ueber Gleichgewichtserscheinungen bei Fällungsreactionen. 3. Mittheilung: Die Fällung gemischter Bromid- und Rhodamidlösungen durch Silber. ZS. f. anorg. Chem. 33, 129—139, 1902.

W. Reinders. Die Phasenlehre und der Potentialsprung zwischen einer Elektrode, welche aus zwei Metallen besteht, und einem Elektrolyt, der die Salze dieser Metalle enthält. ZS. f. phys. Chem. 42, 225—240, 1902.

Karl Gyr. Ueber die Elektrolyse des Jodkaliums und über die Einwirkung von Jod auf Alkali. Diss. Zürich, 1902.

83. Thermoelektricität und reversible Wärmewirkungen des Stromes.

84. Irreversible Wärmewirkungen des Stromes.

85. Elektrisches Leuchten.

J. A. Cunningham. The Discharge of Electricity through Gases and the Temperature of the Elektrodes. Phil. Mag. (6) 4, 684—703, 1902.

Emil Bose. Bemerkungen über Gasentladungen an elektrolytischen Glühkörpern im Vacuum, sowie Beobachtungen über Kathodenstrahlemission von Metalloid- u. Elektrolytkathoden. Ann. d. Phys. (4) 9, 1061—1069, 1902.

85a. Röntgenstrahlen.

Röntgen Rays. Memoirs by Röntgen, Stokes and J. J. Thomson. Translated and edited by George F. Barker. Harper's Scientific Memoirs III. New York and London, Harper and Brothers.

J. Wimshurst. Röntgen Rays. Röntgen Ray, Arch. 6, 102—104, 1902.

J. H. Gardiner. Phosphorescence in Röntgen-ray Bulb. Röntgen Ray, Arch. 6, 104—106, 1902.

P. Duhem. Sur l'analogie entre les rayons X et les oscillations hertziennes. C. R. 135, 845—846, 1902.

86. Magnetismus.

G. F. C. Searle. Notes on a vibration magnetometer, and on the ballended magnets of Robison. Phil. Soc. Cambridge, Nov. 10, 1902. [Nature 67, 119, 1902.

K. Honda and **S. Shimizu.** Note on the Vibration of Ferromagnetic Wires placed in a Varying Magnetizing Field. Phil. Mag. (6) 4, 645—652, 1902.

James Russell. On Superposed Magnetic Inductions in Iron. Proc. Roy. Edinburgh. Soc. 24, 312—313, 1902.

Charpy. Constitution des aciers et ses relations avec leurs propriétés électriques et magnétiques. Soc. intern. des électr., 3. Dec. 1902. [Éclair. électr. 33, 387—389, 1902.

P. Zeeman. Observations sur la rotation magnétique du plan de polarisation dans une bande d'absorption. Arch. Néerl. (2) 7, 465—483, 1902.

The Effects of a Magnetic Field on Radiation. Memoirs by Faraday, Kerr and Zeeman. Edited by E. P. Lewis. Harper's Scientific Memoirs VIII, New York and London, Harper and Brothers.

H. A. Lorenz. La théorie élémentaire du phénomène de Zeeman. Réponse à une objection de M. Poincaré. Arch. Néerl. (2) 7, 299—317, 1902.

87. Elektromagnetismus nebst Wirkungen des Magnetismus auf den Strom.

K. R. Johnson. Zur Theorie des Gramme'schen Ringes. Phys. ZS. 4, 190—194, 1902.

88. Elektrodynamik. Induction.

Ernst Ruhmer. Ueber grosse Funkeninductoren. Der Mechaniker 10, 265—267, 1902.

Fr. Klingelfuss. Untersuchungen an Inductorien an Hand der Funkenentladungen bis zu 100 cm Funkenlänge in Luft von Atmosphärendruck. II. Mittheilung. Ann. d. Phys. (4) 9, 1198—1216, 1902.

The Discovery of Induced Electric Currents. 1. Memoirs by Joseph Henry; 2. Memoirs by Michael Faraday. Edited by J. S. Ames. Harper's Scientific Memoirs XI and XII. New York and London, Harper and Brothers.

F. Dolezalek und **A. Ebeling.** Untersuchungen über telephonische Fernleitungen Pupin'schen Systems. Elektrot. ZS. 23, 1059—1063, 1902.

J. J. Taudin Chabot. Ueber den Durchgang des elektrischen Stromes durch ein gasförmiges Medium im Felde rotirender Magnete. Zweite Mittheilung. Phys. ZS. 4, 189—190, 1902.

89. Vermischte Constanten.

VI. Kosmische Physik.

1. Astrophysik.

1 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

1 B. Planeten und Monde.

S. R. Cook. The permanency of Planetary Atmospheres, according to the Kinetic theory of Gases. Month. Weather Rev. 30, 8, 401—407, 1902.

1 C. Fixsterne und Nebelflecken.

1 D. Die Sonne.

Franc W. Very. The Absorptive Power of the Solar Atmosphere. Miscellaneous Scientific Papers of the Allegheny Observatory. New Series, Nr. 9, 1—19.

W. J. Humphreys. Spectroskopische Ergebnisse von der Finsterniss des 18. Mai 1901. Astrophys. J. 15, 313, 1902. Ref. von A. Berberich, Natw. Rdsch. 17, 50, 637—638, 1902.

1 E. Kometen.

1 F. Meteore und Meteoriten.

A. S. Herschel. The Leonid and Bielid Meteor-showers of November 1902. Nature 67, 1727, 103—104, 1902.

W. F. Denning. Recent observations of meteors at Bristol. Astr. Nachr. 160, 3827, 195—198, 1902.

Hellleuchtendes Meteor. Ann. d. Hydr. 30, 11, 552, 1902.

Max Robitzsch. Das grosse Meteor vom 16. November. Wetter 19, 11, 261—262, 1902.

1 G. Zodiakallicht.

2. Meteorologie.

2 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

W. Láska. Ueber die charakteristischen Zahlen der meteorologischen Elemente. Met. ZS. 19, 10, 465—467, 1902.

James Page. The date line in the Pacific Ocean. Month. Weather Rev. 30, 7, 363, 1902.

Mountain stations for meteorology. Month. Weather Rev. 30, 8, 410, 1902.

W. N. Shaw. The second instalment of the Ben Nevis observations. The

meteorology of the Ben Nevis observatories. Part II, containing the observations for the years 1888, 1889, 1890, 1891 and 1892, with Appendices. Edited by Alexander Buchan, and Robert Trail Omond Nature 67, 1725, 60—61, 1902.

I. St. Murat. Istoricul Lucrarilor Meteorologice in România. (Historique des travaux météorologiques en Roumanie.) Bul. Soc. de Sciinte din Bucuresci-România 11, No. 1 si 2. Bucuresci, 1902.

C. Kassner. Ein Besuch im Belgrader Meteorologischen Observatorium. Wetter 19, 11, 246—250, 1902.

Poincaré. L'étude des relations entre les éruptions des Antilles et les caractères du temps en Europe. Annu. soc. mét. de France 50, Novembre, 201—203, 1902.

The season of vegetation. Month. Weather Rev. 30, 7, 369, 1902.

Robert De C. Ward. A Year of weather and trade in the United States. Popular Science Monthly, New York 51, 439—448.

W. Rimpau. Die Wirkung des Wetters auf die Zuckerrübenernten der Jahre 1891 bis 1900 (Schluss). Wetter 19, 11, 258—260, 1902

Experimental agriculture at meteorological stations. Month. Weather Rev. 30, 8, 410, 1902.

W. Meinardus. Uebersicht über die Witterung in Centraleuropa im September 1902. Wetter 19, 11, 257—258, 1902.

Die Witterung an der deutschen Küste im September 1902. Ann. d. Hydr. 30, 11, 555—556, 1902.

Le temps en Palestine. Annu. soc. mét. de France 50, Novembre, 206, 1902.

Meteorology in Hawaii. Month. Weather Rev. 30, 7, 368, 1902.

A. v. Danckelman. Resultate der meteorologischen Beobachtungen in Swakopmund im Jahre 1901. Mitth. aus den Deutschen Schutzgebieten, Berlin, 15, 90—95. Met. ZS. 19, 10, 471—473, 1902.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Kpeme. Mitth. aus den Deutschen Schutzgebieten, Berlin, 15, 32—33.

Alaskan meteorological data. Month. Weather Rev. 30, 7, 368—369, 1902.

Résumé des observations météorologiques faites à l'observatoire du Parc Saint-Maur en octobre 1902. Annu. soc. mét. de France 50, Novembre, 203—204, 1902.

Edoardo Mazelle. Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio Astronomico-Meteorologico di Trieste, contenente le Osservazioni meteorologiche di Trieste e di alcune altre stazioni adriatiche per l'anno 1899. 16. Trieste, 1902.

St. C. Hepites. Din Publicatiunile Institutului Meteorologic. (A Cincea Nota.) (Publications de l'Institut Météorologique, 5. note.) Extras din Analele Academiei Romàne (2) 23. Memoriile Sectiunii Sciintifice. Bucuresci, 1901.

I. St. Murat. Clima dilei de dece Maiu. (Climat de la journée de dix Mai.) Extras din Analele Academiei Romàne (2) 25. Memoriile Sectiunii Sciintifice. Bucuresci, 1902.

I. St. Murat. Clima dilei de St. Nicolae 1901. (19. Decemvrie st. n.) (Climat de la journée de Saint Nicolas 1901.) Extras din Analele Academiei Romàne (2) 24. Memoriile Sectiunii Sciintifice. Bucuresci, 1902.

Alfred J. Henry. Summer Meeting of the American Forestry Association. Month. Weather Rev. 30, 8, 401, 1902.

A. Lawrence Rotch. The international aeronautical Congress at Berlin. Month. Weather Rev. 30, 7, 356—362, 1902.

Drachenversuche an Bord von Dampfern. Wetter 19, 11, 262—263, 1902.

Lawrence Rotch. Die Circulation der Atmosphäre in den Tropen und am Aequator. Wetter 19, 11, 251—252, 1902.

2 B. Eigenschaften der Atmosphäre und Beimengungen zu derselben.

John Stevenson. Die chemische und geologische Geschichte der Atmosphäre. Phil. Mag. (5) 4, 435—451, 1902.
Sandsturm in der Nähe von Aden. Ann. d. Hydr. 30, 11, 552, 1902.
Staubfall im Golf von Petschili. Ann. d. Hydr. 30, 11, 552, 1902.
Volcanic dust. Month. Weather Rev. 30, 7, 369—370, 1902.

2 C. Lufttemperatur und Strahlung.

W. Brennecke. Ueber die Messung der Lufttemperatur auf dem Brocken. Met. ZS. 19, 10, 459—462, 1902.
A. Lorenzen. Die Maximaltemperaturen in Norwegen. Prometheus 14, 686, 156, 1902.
A. Lancaster. Un intéressant phénomène; les refroidissements du milieu de juin depuis vingt ans. Ciel et Terre, Bruxelles, 22, 231—233.
C. Rivière. Climatologie Algérienne. Refroidissements nocturnes de l'air et du sol. (Paris, Bull. Soc. Acclimat.) 1902. 8°. 65 p. av. 13 figures.

2 D. Luftdruck.

2 E. Winde und Stürme.

Variation diurne des calmes de vent à Perpignan. Annu. soc. mét. de France 50, Novembre, 206—208, 1902.
H. Rebbelmund. Beobachtungen während des Taifuns vom 1. bis 4. Aug. 1901. Ann. d. Hydr. 30, 11, 550—552, 1902.

2 F. Wasserdampf.

P. Polis. Beiträge zur Kenntniss der Wolkengeschwindigkeit. I. Tägliche Periode der Wolkengeschwindigkeit. Met. ZS. 19, 10, 441—453, 1902.
Eduard Doležál. Photogrammetrische Lösung des Wolkenproblems aus einem Standpunkte bei Verwendung der Reflexe. Aus den Sitzber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien 61, Abth. IIa, Mai 1902.

2 G. Niederschläge.

N. Schiller-Tietz. Ueber die Entstehung des Regens und künstliche Regenerzeugung (Schluss). Prometheus 14, 684, 119—123, 1902.
Regenfall auf den Salomo-Inseln. Met. ZS. 19, 10, 470—471, 1902.
Ergebnisse der Regenmessungen an der Station Kete-Kratyi in den Jahren 1900 und 1901. Mitth. aus den Deutschen Schutzgebieten, Berlin, 15, 31.
St. C. Hepites. Materiale pentru Climatologia Romániei. XV. Repartitiunea Ploii pe Districte si pe Basenuri in România in Anul 1900. (Repartition de la pluie pour districts et pour bassins en Roumanie en 1900.) Extras din Analele Academiei Române (2) 24. Memoriile Sectiunii Sciintifice. Bucuresci, 1902.
Alexander G. Mc Adie. On the California charts of rainfall. Month. Weather Rev. 30, 7, 362, 363, 1902.
G. Hellmann. Wolkenbruch in Berlin am 14. April 1902. Met. ZS. 19, 10, 463—465, 1902.
Hnr. Hilderscheid. Die Niederschlagsverhältnisse Palästinas in alter und neuer Zeit. Münster, 1901. Ref.: Globus 82, 22, 362, 1902.

2 H. Atmosphärische Elektricität.

Guiseppe Buti. Sull' elettricità atmosferica. Bol. Mens. Met. Ital. Torino (2) 22, 5—14.

J. Elster und **H. Geitel.** Ueber die Radioactivität der natürlichen Luft (S.-A. aus Sitzungsprotokolle der luftelektrischen Commission der Deligirtenversammlung der cartellirten Akademien am 15. und 16. Mai 1902). Natw. Rdsch. 17, 48, 614—615, 1902.

J. Garcin. Les décharges atmosphériques. La Nature, Paris, 30, 154—155.

Boggio Lera. Sui miei apparecchi registratori e segnalatori dei temporali. Bol. Mens. Soc. Met. Ital. Torino (2) 22, 19—24.

2 I. Meteorologische Optik.

G. Melander. Ueber die Absorption der Atmosphäre. Met. ZS. 19, 10, 468—470, 1902.

Karl Koss. Kimmtiefenbeobachtungen. Met. ZS. 19, 10, 453—459, 1902.

A. Lorenzen. Neue Beispiele terrestrischer Refraction. Prometheus 14, 685, 137—139, 1902.

Perrotin. Sur les lueurs crépusculaires récentes. C. R. 135, 18, 724—726, 1902.

E. Esclangon. Sur les récentes lueurs crépusculaires observées à Bordeaux. C. R. 135, 20, 846—848, 1902.

J. Wulf. Mond-Regenbogen. Wetter 19, 11, 261, 1902.

2 K. Synoptische Meteorologie.

P. Dechevrens. Sur la perturbation atmosphérique du 13. Juillet 1902. Annu. soc. mét. de France 50, Novembre, 200, 1902.

Th. Moureaux. Perturbations atmosphériques du 13. Juillet 1902. Annu. soc. mét. de France 50, Novembre, 198—199, 1902.

2 L. Dynamische Meteorologie.

2 M. Praktische Meteorologie.

R. Börnstein. Wetterdienst. Wetter 19, 11, 263—264, 1902.

E. B. Garriott. Forecasts and warnings. Month. Weather Rev. 30, 7, 341—342; 8, 393—394, 1902.

Alfred Angot. Sur la conférence internationale tenue à Graz (Styrie) du 20. au 25. Juillet 1902), pour l'étude des tirs contre la grêle. Annu. soc. mét. de France 50, Novembre, 193—197, 1902.

Jahrbücher der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Anhang. Bericht über die internationale Experten-Conferenz für Wetterschiessen in Graz. Wien, 1902. Jahrg. 1902. Neue Folge 39.

2 N. Kosmische Meteorologie.

Frank H. Bigelow. Studies on the statics and kinematics of the atmosphere in the United States. Nr. VII. A contribution to cosmical meteorology. Month. Weather Rev. 30, 7, 347—354, 1902.

2 O. Meteorologische Apparate.

A. Sprung. Einige Gedanken zum Rüstzeug eines meteorologischen Observatoriums. Wetter 19, 11, 241—246, 1902.

The new Whipple temperature indicator for use with Platinum Thermometers. Scientific American, New York 87, 69.

2 F. Klimatologie.

Klima von Oxford. Met. ZS. **19**, 10, 471, 1902.

B. Baillaud. Étude sur le climat de Toulouse de 1863 à 1900. C. R. **135**, 19, 766—768, 1902.

St. C. Hepites. Materiale pentru climatologia Romaniei. XVI. Climatologia Jasilor. (Climatology de Jassy.) Extras din Analele Academie Române (2) **25**. Memoriile Sectiunii Sciiutificq. Bucuresci, 1902.

H. Pittier. Climatology of Costa Rica. Month. Weather Rev. **30**, 7, 363; 8, 407, 1902.

Curtis J. Lyons. Hawaian climatological Data. Month. Weather Rev. **30**, 7, 354—355; 8, 407—408, 1902.

James Berry. Climate and Crop Service. Month. Weather Rev. **30**, 7, 344—347; 8, 394—397, 1902.

3. Geophysik.

3 A. Allgemeines und zusammenfassende Arbeiten.

3 B. Theorien der Erdbildung.

3 C. Allgemeine mathematische und physikalische Verhältnisse des Erdkörpers.

The variation of terrestrial gravity over the ocean. Month. Weather Rev. **30**, 7, 370, 1902.

Paul Hagemann. Die Marcq Saint Hilaire'sche Methode combinirt mit der aus der Meridianhöhe erhaltenen Breite. Ann. d. Hydr. **30**, 11, 547—549, 1902.

A. Wedemeyer. Reduction der Monddistanzen. Ann. d. Hydr. **30**, 11, 533—546, 1902.

3 D. Boden- und Erdtemperatur.

3 E. Vulcanische Erscheinungen.

J. Felix und **H. Lenk.** Zur Frage der Abhängigkeit der Vulcane von Dislocationen. Centralbl. für Miner., Geol. u. Paläontol. 449—460, 1902. Ref. von S. Günther, Natw. Rdsch. **17**, 49, 626—627, 1902.

J. Milne. West Indian volcanic eruptions. Nature **67**, 1726, 91—92, 1902.

Edward Divers. Suggested Nature of the Phenomena of the Eruption of Mont Pelée on July 9. Observed by the Royal Society Commission. Nature **67**, 1728, 126—127, 1902.

T. A. Jaggar jr. The next eruption of Pelée. Science **16**, 413, 871—872, 1902.

3 F. Erdbeben.

J. Milne. Earthquakes and earth physics. World-shaking Earthquakes. Nature **67**, 1725, 69—70, 1902.

Edmund von Mojsisovics. Mittheilungen der Erdbeben-Commission der Kaiserl. Akad. der Wissensch. in Wien. Neue Folge. 10. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1901 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben. Wien, 1902.

D. Eginitis. Tremblements de terre observés en Grèce durant les années 1893—1898. Ann. de l'observatoire national d'Athènes **2**, 189—346, 1900.

D. Eginitis. Résultats des observations sismiques faites en Grèce de 1893 —1898. Ann. de l'observatoire national d'Athènes **2**, 29—38, 1900. 4°.

St. Hepites. Rapport sur l'activité et les travaux sismiques de Roumanie. Annexe A. XV. Sonderabdruck aus dem Bericht der 1. Internationalen seismologischen Conferenz.

St. C. Hepites. Cutremurele de Pamînt din România in Anul 1901. (Tremblement de terre en Roumanie en 1901.) Extras din Analele Academiei Romane (2) **24**. Memoriile Sectiunii Sciintifice. Bucuresci, 1902.

Omori. Publications of the Earthquake Investigation Committee in foreign languages. Nr. 8 u. 9. 94 u. 63 S. (Tokyo, 1902). Ref.: A. Klautzsch, Natw. Rdsch. **17**, 50, 646, 1902.

Tremblement de terre dans l'état de South Australia le 19. Septembre dernier. C. R. **135**, 19, 770, 1902.

8 G. Erdmagnetismus und Polarlichter.

Ernst Harald Schütz. Die Lehre von dem Wesen und den Wanderungen der magnetischen Pole der Erde. Ein Beitrag zur Geschichte der Geophysik. Berlin, 1902.

W. J. L. Wharton. Local magnetic Focus in Hebrides. Nature **67**, 1726, 84—85, 1902.

H. G. Lyons. Sur un réseau magnétique en Égypte. Proc. Roy. Soc. Ref.: Annu. soc. mét. de France **50**, Novembre, 205—206, 1902.

St. C. Hepites. Contributiuni la Fisica Globului. VI. Determinari Magnetice in România c. Anul 1900. (Détérminations magnétiques en Roumanie en 1900.) Extras din Analele Academiei Romane (2) **23**. Memoriile Sectiunii Sciintifice. Bucuresci, 1901.

8 H. Niveauveränderungen.

8 J. Orographie und Höhenmessungen.

8 K. Allgemeine Morphologie der Erdoberfläche.

8 L. Küsten und Inseln.

8 M. Oceanographie und oceanische Physik.

James Page. Ocean Currents. Month. Weather Rev. **30**, 8, 397—401, 1902.

Nansen's Oceanography of the North Polar Basin. The Norwegian North Polar Expedition, 1893—1896. Scientific Results. Edited by Fridtjof Nansen. Vol. 3. Published by the Fridtjof Nansen Fund for the Advancement of Science. XII u. 428 p., 88 Plates (London, Longmans, Green and Co., 1902). Nature **67**, 1727, 97—98, 1902.

Annuaire des Marées des côtes de France pour l'an 1903. Publication du Service hydrographique de la Marine. Paris, 1902.

J. Eccles. Details of the Tidal Observations taken during the period from 1873 to 1892 and a description of the methods of reduction. Dehra dun, 1902. 16, 384 and 152 p. with charts, plates and diagrams.

Karl Radunz. Ein neuer Apparat zum Messen der Meerestiefe. Prometheus **14**, 685, 132—133, 1902.

A. Simonsen. Lothungen an der Ostküste Südamerikas. Ann. d. Hydr. **30**, 11, 513—516, 1902.

Die Lothungsreise des Kabeldampfers „von Podbielski" über den Nordatlantischen Ocean im Sommer 1902. Ann. d. Hydr. **30**, 11, 516—532, 1902.

8 N. Stehende und fliessende Gewässer.

Eduard Suess. Ueber heisse Quellen (Schluss). Natw. Rdsch. **17**, 48, 609—611, 1902.

E. W. Myers. Abstract of a study of the Southern River Floods of May and June 1901. Engineering News, New York **48**, 102—104.

K. Keilhack. Die Stillstandslagen des letzten Inlandeises und die hydrographische Entwickelung des pommerschen Küstengebietes. (Jahrb. K. Geol. Landesanstalt Berlin 1898, 90—152, Tafel VII—XX und ein besonders erscheinender Atlas.) Ref. von G. Maas: Peterm. Mitth. **48**, 10, 183—184, 1902.

80. Eis, Gletscher, Eiszeit.

Cornish Vaughan. On Snow-waves and Snow-drifts in Canada, with Notes on the „Snow-Mushrooms" of the Selkirk Mountains. Geograph. J. London **20**, 137—175.

Berichtigung.

In Nr. 23 ist auf S. 432, 3. Zeile von oben zu lesen Gockel (statt Pockel); der Titel ist demnach mit dem in Nr. 5, S. 112, bereits angegebenen identisch.

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die

Fortschritte der Physik

im Jahre 1902

Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Halbmonatliches Litteraturverzeichniss

redigirt von

Karl Scheel — Reine Physik

Richard Assmann — Kosmische Physik

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig

1. Jahrg. | 30. December 1902. | Nr. 24.

Monatlich zwei Nummern. — Abonnementspreis pro Jahrgang 4 Mark. — Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Postzeitungsliste Nr. 2501 a).

